

# Energisäkerheten för fjärrvärmeanläggningars bränsletillförsel i Mälardalsområdet

*The energy security of fuel supply to district heating  
plants in the region of Mälardalen*

Joar Sjöström



SLU, Sveriges lantbruksuniversitet  
Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap  
Institutionen för energi och teknik

Joar Sjöström

Energisäkerheten för fjärrvärmeanläggningars bränsletillförsel i Mälardalsområdet  
The energy security of fuel supply to district heating plants in the region of Mälardalen

Handledare: Olle Olsson, Stockholm Environment Institute  
Biträdande handledare: Anders Eriksson, institutionen för energi och teknik, SLU  
Ämnesgranskare: Erik Anerud, institutionen för energi och teknik, SLU  
Examinator: Åke Nordberg, institutionen för energi och teknik, SLU

EX0724, Examensarbete i energisystem 30 hp, Avancerad nivå, A2E, teknik  
Civilingenjörsprogrammet i energisystem 300 hp

Serienamn: Examensarbete (Institutionen för energi och teknik, SLU)  
ISSN 1654-9392  
2015:02

Uppsala 2015

Nyckelord: fjärrvärme, biobränsle, bränsleleveranser, bränsleförsörjning, leveranssäkerhet, klimatanpassning

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>



# Executive summary

This thesis has investigated the reliability of fuel supply to district heating plants in the region of Mälardalen (Sweden) with focus on bioenergy and waste fuels. The work has been carried out as a part in the larger project NORD-STAR (Nordic Strategic Adaption Research), which has focused on climate adaption in the Nordic countries. This is why, among other factors, the effects of future climate change on fuel supply is included in the investigation.

According to this thesis, planned deliveries of district heating rarely fail. According to the survey conducted, shortage of heat to consumers due to absence of fuel deliveries has not happened in the region of Mälardalen yet. Disturbances in fuel deliveries have occurred and are common. However, a large variety of possible fuels and suppliers together with internal fuel storage have, so far, been enough to avoid disruption of heat production.

This thesis includes interviews of fuel managers or fuel purchasers at several district heating systems in the region of Mälardalen. The interviewees consider themselves to be prepared for multiple possible (displeasing) scenarios. No changes have been made to adapt to a climate change in general and the interviewees were not worried concerning future fuel supply. They do not expect more problems related to fuel deliveries to the plants. In the near future there is most likely nothing that can imperil fuel deliveries to the district heating plants. It is, however, possible that there will be an increased competition for biomass in the long run, because of new and expanded application areas for biomass, such as transportation fuel, bio plastic material etc., creating a change in the market situation

The district heating sector is completely dependent on transportation and logistics, mainly by trucks since they can access all forest areas. There are no other vehicles that can replace trucks in the near future and currently they are dependent on fossil fuel and personnel.

# Abstract

There are several energy systems in the Swedish society and to ensure the comfort and health of the citizens it is of importance that the different energy systems are functioning properly. District heating is one of these energy systems and many households depend only on district heating to warm up their homes.

District heating is dependent on several processes where every step needs to function in order to deliver the produced heat to the end consumer. Previous studies have investigated the distribution of district heating and how to make customers choose district heating as their heating method. The supply of fuel to the district heating plant has not been studied as much, even though it is an important part of the whole system. This thesis is a part of the project NORD-STAR (Nordic Strategic Adaption Research), which has focused on climate adaption in the Nordic countries. This is the background of why this thesis, among other factors, analyzes how climate change will affect the fuel supply to district heating plants.

In this thesis fuel managers or purchasers at several district heating systems in the region of Mälardalen have been interviewed. A literature review has been made to get another perspective and study visits have been conducted to three district heating plants with significant difference in production capacity.

According to the investigations, planned deliveries of district heating rarely fail. Shortage of heat to consumers due to absence of fuel deliveries has not happened yet, according to the survey. Disturbances in fuel deliveries have occurred and are common, but the district heating systems have enough of different fuel stocks to avoid disruption of heat production. The interviewees consider themselves to be prepared for multiple possible scenarios.

The interviewed have not made any changes to adapt to climate change in general and they are not worried about future fuel supply. Concerning the future, they do not expect more problems to get fuel to the plants. In the near future there is most likely nothing that can imperil fuel deliveries to the district heating plants. It is, however, possible that there will be an increased competition for biomass in the long run, because of new and expanded application areas for biomass, such as transportation fuel, bio plastic material, etc.

The district heating sector is completely dependent on transportation and logistics, mainly by trucks since they can access all forest areas. There are no other vehicles that can replace trucks in the near future and currently they are dependent on fossil fuel and personnel. This is, however, not unique to district heating. There are several other energy systems dependent on both fossil fuels and truck transportation.

# Sammanfattning

I det svenska samhället finns många olika energisystem. Dessa behöver fungera för att individens hälsa och komfort ska bibehållas. Det är därför viktigt att undersöka energisystemens känslighet mot olika typer av störningar, för att kunna undvika bristande funktionalitet. Fjärrvärme utgör ett av dessa energisystem, vilket kan vara det enda alternativa uppvärmningssättet för vissa hushåll. Dessa hushåll är därmed direkt beroende av fjärrvärme för att kunna upprätthålla till exempel en tjänlig inomhustemperatur. Långvariga uteblivna fjärrvärmeleveranser kan leda till att hus blir utkylda och att temperaturen i olika bostäder och lokaler blir ohälsosam att vistas i. Vidare kan exempelvis rörledningar och annan utrustning, som inte är gjord för låga temperaturer, gå sönder i byggnader. Avbrott av fjärrvärmens under kortare tid kan leda till en minskad komfort eller en sanitär olägenhet.

Fjärrvärme består av flera olika länkade processer, där alla steg måste fungera för att fjärrvärmens ska nå ut till sina kunder. Det har tidigare genomförts studier om leveranssäkerhet av fjärrvärme och ekonomiska undersökningar av fjärrvärmsektorn. Tillförseln och leveranssäkerheten av bränsle till fjärrvärmeanläggningar har studerats i mindre grad, trots att detta är en viktig del för att kunna leverera fjärrvärme. I ett försök att fylla eventuella kunskapsluckor, samt bidra med en fördjupad bild av situationen, har eventuella sårbara punkter och händelser som kan äventyra eller försvåra inleverans av bränsle undersökts i det här examensarbetet. Detta examensarbete är genomfört som en del i ett större forskningsprojekt (NORD-STAR Nordic Strategic Adaption Research), vilket är inriktat på klimatanpassning i de nordiska länderna. I framtiden kan olika klimatförändringar väntas. Huruvida dessa nya förutsättningar är något som påverkar tillförseln av bränsle till olika fjärrvärmeanläggningar har därför också behandlats i detta arbete. En betydande del av svensk fjärrvärme produceras i Mälardalsområdet, vilket är en av anledningarna till att detta begränsade geografiska område har undersökts. Regionen har också tillgång till alla vanligt förekommande transportslag (lastbil, tåg, båt). Dessutom finns en stor spridning beträffande storlek, ägandestruktur och logistikförutsättningar hos de representerade aktörerna, vilket bidrar till regionens relevans vid val av studieområde.

Intervjuer med ansvariga för bränsleförsörjningen för olika fjärrvärmenät inom Mälardalsområdet har företagits. Dessa personer har ett betydelsefullt perspektiv och kan även ge insikt om vilka problem och farhågor som dominerar hos de verksamma inom fjärrvärmebranschen. En separat litteraturstudie har genomförts för att få ett objektivet perspektiv. Slutligen har tre anläggningar med markant storleksskillnad vad gäller fjärrvärmeproduktion besökts. Detta för att belysa de likheter och skillnader som fjärrvärmenät i olika storleksordning har i praktiken.

Det förefaller vara ovanligt att planerade fjärrvärmeleveranser till kunder uteblir, enligt rapporterade undersökningar. Fjärrvärmeleveranser som uteblir på grund av störningar i bränsleförsörjningen är inget som har skett under de intervjuades verksamhetstid. Störningar i bränsleförsörjningen är dock vanligt förekommande för de flesta fjärrvärmenäten, men bränslelager och reservbränslen finns att tillgå i tillräckligt hög grad för att den här typen av störningar inte ska påverka värmeproduktionen. De intervjuade anser sig ha god beredskap för att kunna leverera fjärrvärme under hela året trots påverkan och inverkan av skiftande typer av störningar i olika omfattning. Med några få undantag är det ingen av de intervjuade företagen som gjort några förändringar med hänsyn till kommande klimatförändringar. Bränsletillgången i framtiden är inget som de intervjuade är märkbart bekymrade över. De anser generellt att bränsletillgången är god och att den i framtiden kommer att vara densamma som nu, alternativt något bättre än hur situationen är idag. På kort sikt finns det inget som hotar bränsleflödet från olika delar av Sverige och övriga världen till Mälardalsområdets fjärrvärmeanläggningar. På längre sikt kan marknadsförutsättningarna dock ändras och en ökad konkurrens om skogsbiomassan från andra sektorer skulle kunna påverka biomassatillgången för fjärrvärmesektorn. Vidare är det möjligt att avfallsgenereringen minskar som ett led i en samhällelig ökad resursmedvetenhet. Fjärrvärmesektorn är i ett stort beroende av fungerande logistik, i första hand lastbilstransporter. Om lastbilar inte kan leverera finns det inga rimliga alternativ på kort sikt. Det som skulle kunna påverka lastbilstransporterna är bränsle- eller personalbrist.

# Förord

Denna rapport är ett examensarbete på masternivå utfört i samarbete med institutionen för Energi och teknik vid Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) i Uppsala, samt Stockholm Environment Institute (SEI) i Stockholm. Rapporten utgör en mindre del i projektet NORD-STAR som arbetar med klimatanpassning i den nordiska regionen.

Jag skulle vilja rikta ett stort tack till:

- Handledarna Olle Olsson (SEI) och Anders Eriksson (SLU) för kloka synpunkter och konstruktiv respons på frågor och funderingar.
- Mälarenergi AB, ENA energi AB samt Tierps fjärrvärme AB för trevligt bemötande och tillåtelse att komma på studiebesök och ta upp deras tid för att söka information.

Jag vill också tacka:

- Ämnesgranskare Erik Anerud för gedigen genomgång av rapportens innehåll.
- Examinator Åke Nordberg för välbetänkta kommentarer på rapporten.
- Samtliga intervjuade för deras tid och ärliga svar angående deras egen verksamhet.
- De på institutionen Energi och teknik vid SLU respektive de på SEI som har varit mig behjälplig när jag bett om råd och vägledning.



# Innehåll

1	Inledning .....	1
1.1	Bakgrund.....	1
1.2	Syfte och mål .....	1
1.2.1	Frågeställningar .....	1
1.2.2	Delprojekt.....	2
1.3	Avgränsningar och antaganden .....	2
2	Metod.....	2
3	Teori.....	3
3.1	Samhällsfunktionen fjärrvärme .....	3
3.1.1	Fjärrvärme internationellt och nationellt.....	5
3.2	Energisäkerhet.....	6
3.2.1	Definition .....	6
3.2.2	De fyra A:na .....	7
3.2.3	N-1kriteriet .....	7
3.3	Risker.....	8
3.3.1	Allmänt .....	8
3.3.2	Riskanalys .....	8
3.3.3	Metod.....	9
3.3.4	Riskvärdering .....	9
3.3.5	Olika perspektiv.....	10
4	Tidigare forskning .....	10
4.1	Fjärrvärmens energisäkerhet .....	10
4.1.1	Nationell risk- och förmågebedömning .....	10
4.1.2	Kort om det svenska gasnätet och fjärrvärmerna i övriga Sverige .....	11
4.2	Klimatförändringar i framtiden .....	11
4.2.1	Växthusgasutsläpp och hur det påverkar jorden .....	11
4.2.2	Förväntade klimatförändringar i Sverige och dess konsekvenser.....	12
4.2.3	Risker inom fjärrvärme i Sverige på grund av klimatförändringar.....	12
5	Fjärrvärmeanläggningar i Mälardalsområdet .....	16
5.1	Anläggningsbeskrivningar .....	16
5.1.1	Tierps fjärrvärme AB i Tierp.....	17
5.1.2	ENA Energi AB i Enköping.....	21
5.1.1	Mälarenergi AB i Västerås.....	25
5.2	Sammanställning av intervjuer.....	28
5.2.1	Inledning .....	28
5.2.2	Bränslemix .....	28
5.2.3	Bränsle och pannor .....	29
5.2.4	Bränsleleverantörer och bränsleleveranser.....	29

5.2.5	Lagring.....	30
5.2.6	Reservanläggningar och framtiden .....	31
5.3	Slutsatser av studiebesök och intervjusvar.....	33
5.4	Sårbara punkter hos bränsletillförseln för fjärrvärmens i Mälardalsområdet idag och i framtiden .....	34
5.4.1	Lastbilstransporter .....	34
5.4.2	Framtida tillgång till avfall.....	35
5.4.3	Södertälje sluss och hamnar .....	36
5.4.4	Skogsbränsle.....	37
5.4.5	Elberoende.....	37
5.4.6	Lagerhantering.....	37
6	Diskussion.....	38
6.1	Metoddiskussion.....	38
6.2	Övrig diskussion.....	39
7	Slutsats .....	43
8	Referenser .....	44
9	Bilagor.....	47
9.1	Uppdelning av kategorier tillförd energi enligt Svensk fjärrvärme .....	47
9.2	Intervjufrågor till ansvariga för bränsleförsörjningen hos olika fjärrvärmeanläggningar .....	47

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Dagens moderna samhälle är mycket mer komplext jämfört med för bara 150 år sedan. Förr bodde en stor del av befolkningen på landsbygden och var självhushållande. Maten odlades på den egna gården där också den energi som behövdes hämtades och lagrades (exempelvis ved och hö). Utedasset tömdes för egen hand och innehållet användes på åkrarna. Till nödvändiga transporter användes gårdens häst och vagn och ur den egenägda skogen producerades ved till uppvärmning av de boende på lantbruket. Dåtidens människor hade inte lika stort behov av samhällstjänster som många människor har idag.

Utvecklingen där en rad samhällsfunktioner har flyttats från individnivå till en samhällsnivå innebär en högre specialisering. Denna specialisering har lett till att många människor kan lägga sin förmåga på andra saker än bara överlevnad. Det har dock också lett till att individens komfort är i ett djupare beroende av att samhällsfunktioner fungerar. Störningar på olika samhällsfunktioner påverkar individens välbefinnande, men det är ytterst sällan något problem som riskerar överlevnaden och så länge alla system har normal funktion är det också svårt att se att samhället är sårbart och känsligt för diverse störningar.

Idag arbetar endast 1,8 procent med livsmedelsproduktion i Sverige (Jordbruksverket, 2014). Övriga svenskar är beroende av andra aktörer för att klara sin livsmedelsförsörjning. I samhället finns ett utbyggt elnät som fungerar 99,9886 % av tiden (Energimarknadsinspektionen, 2014). Det finns också system för vattentoiletter och avfallsförbränning, ett rikt vägnät med lastbilar och bussar, utbyggda fjärrvärmenät med mera. Detta är saker som den enskilde individen själv inte har kontroll över. Om det blir avbrott i elförsörjningen är det inget som förväntas lösas av individen, utan ansvaret för att avhjälpa felet ligger på en driftstekniker hos den lokala elnätsägaren. Längre avbrott av tjänster från olika samhällsfunktioner är sällsynta, men skulle allvarligt störa komforten och till och med kunna hota hälsan hos utsatta individer. Det finns ett intrikat och komplext beroende mellan olika samhällsfunktioner och energisystem som exempelvis fjärrvärme, elförsörjning, datakommunikation, avfallshantering, livsmedelsförsörjning och bränsledistribution. Det finns ett behov av att belysa och vara medveten om vilka funktioner ett system är beroende av, för att på så sätt vara förberedd på att hantera olika typer av störningar om sådana uppstår.

## 1.2 Syfte och mål

Syftet med detta arbete är att undersöka hur hög fjärrvärmebranschens energisäkerhet är i Mälardalsområdet idag, men också i framtiden med andra förutsättningar orsakade av exempelvis kommande klimatförändringar. I första hand ska leveranskedjan av bränsle från bränsleleverantören till fjärrvärmeanläggningen undersökas.

Målet med projektet är att kvalitativt identifiera sårbara punkter i bränsleleveranssystemet till fjärrvärmeanläggningar i Mälardalsområdet idag och i framtiden. Dessa sårbara punkter ska utvärderas och analyseras vilket ska ge underlag till förbättringsförslag och förebyggande åtgärder.

### 1.2.1 Frågeställningar

Följande frågeställningar ska besvaras för fjärrvärmeanläggningar i Mälardalsområdet:

Vilka sårbara punkter finns för bränsleförsörjningen och hur kan dessa eventuellt åtgärdas?

Hur stor är sannolikheten att störningar i bränsleförsörjningen påverkar produktion av fjärrvärme?

Hur kommer framtida klimatförändringar att påverka bränsleförsörjningen?

### 1.2.2 Delprojekt

Detta examensarbete utgör ett delprojekt inom NORD-STAR (Nordic Strategic Adaption Research), vilket är inriktat på klimatanpassning i de nordiska länderna. Därför kommer bränsleförsörjningens klimatkänslighet att särskilt vara i fokus.

## 1.3 Avgränsningar och antaganden

I detta arbete kommer främst störningskänsligheten i den fysiska tillförselkedjan att undersökas. Däremot kommer inte risker som har med produktion och distribution av värme att undersökas i någon vidare omfattning. Politiska exceptionella händelser såsom terrorverksamhet eller krig ges inget större utrymme, även om det förekommer diskussion kring detta. Visserligen är detta riskkällor som inte helt kan ignoreras, men det är också väldigt svårt att ta hänsyn till alla potentiella utfall. Spillvärme eller elpannor/värmepumpar inkluderas inte då det inte har något med bränsleleveranser till fjärrvärmeanläggningen att göra, dessutom är dessa två poster inte särskilt stora. För att samma mängd spillvärme ska kunna levereras i framtiden som idag krävs att spillvärmesleverantören kommer att leverera minst samma mängd värme i framtiden. Detta värmetillskott kan störas av en mängd olika faktorer, men det är inget som undersöks utförligt i detta arbete.

## 2 Metod

Detta arbete har utförts med en kvalitativ metod bestående av litteraturstudier, intervjuer och studiebesök. Litteraturstudierna har mestadels innefattat studium av vetenskapliga artiklar, men även andra varierande typer av dokument som tidningsartiklar och tillståndsansökningar till domstol. Totalt har 18 verk/företag med fjärrvärmeverksamhet kring Mälardalsområdet intervjuats där svaren har sammanställts anonymt. Den som intervjuats har varit chef för bränslelogistik eller haft en motsvarande befattning under intervjutillfället. Någon distinkt geografisk definition på vad "Mälardalsområdet" innebär har inte gjorts på grund av hänsyn till de deltagandes anonymitet. Dock kan nämnas att samtliga verk ligger inom Uppsala, Stockholms, Västmanlands och Södermanlands län. De intervjuade verken har delats upp i tre olika grupper utefter tillförd energi till fjärrvärmenätet under år 2012. Indelningen har gjorts i grupperna Stora (>1500 GWh), Mellanstora (200-1500 GWh) och Små nät (<200 GWh).

Intervjufrågorna skickades till den bränsleansvariges mejladress några dagar innan intervjun ägde rum. Detta för att de skulle få tid att ta reda på fakta och förbereda sina svar. I några fall hade inte den intervjuade hunnit eller haft möjlighet att titta igenom frågorna innan intervjun. Intervjuerna skedde per telefon, men i några undantagsfall erhöles svar i skriven form via mejl. De intervjuade kunde inte alltid svara på alla frågor och ingen uppföljning gjordes av dessa uteblivna svar. En viss försiktighet användes vid intervjuerna för att information som egentligen inte var ämnad för publikation erhöles. Ingen kontroll har gjorts av de givna svarens rimlighet mer än en jämförelse med de andras svar, vad som står på de intervjuade företagens olika hemsidor och produktdatablad samt egengjord rimlighetsanalys. Egna mätningar av exempelvis storleken på bränslelager har inte utförts på grund av tidsbrist och svårighet att besöka respektive verk.

Studiebesöken genomfördes på tre olika orter: Västerås, Enköping och Tierp. Urvalet av orter begränsades delvis av vilka företag som hade möjlighet till att ta emot studiebesök. Dessa fjärrvärmenät behöver inte nödvändigtvis vara en delmängd av de intervjuade verken/företagen. I Västerås ägs nätet av Mälarenergi AB som räknas som ett Stort fjärrvärmenät där 2670 GWh energi tillfördes år 2012. I Enköping ägs nätet av ENA energi AB och är ett Mellanstort fjärrvärmenät där 376 GWh energi tillfördes år 2012. I Tierp ägs nätet av Tierps fjärrvärme AB och detta nät ligger i kategorin Små fjärrvärmenät där 53 GWh energi tillfördes 2012. Studiebesöken användes för att beskriva ett fjärrvärmeföretags bränslehantering och i syfte att belysa skillnader mellan Stora, Mellanstora och Små nät. Beskrivningarna visar enbart ett av många möjliga exempel på hur det kan se ut för respektive storlekskategori.

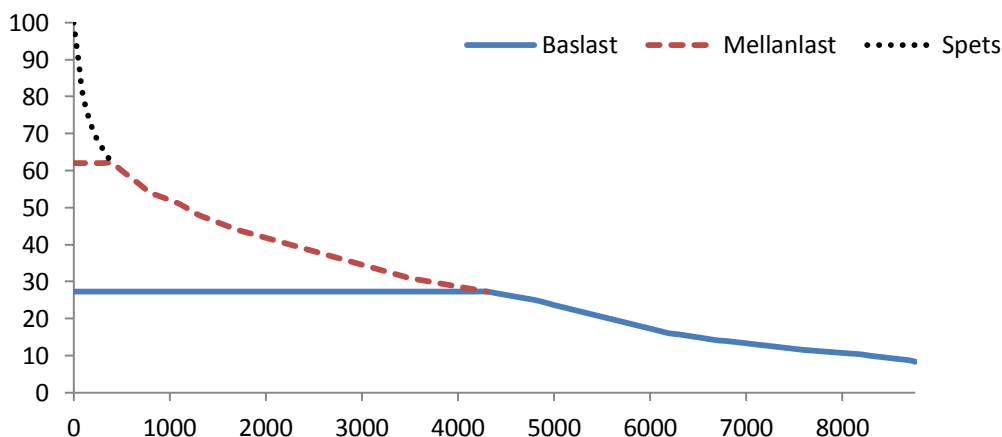
## 3 Teori

### 3.1 Samhällsfunktionen fjärrvärme

I Sverige är fjärrvärmen en betydelsefull del i ett fungerande samhälle och fjärrvärme står för 60 % av den totala uppvärmningen av svenska bostäder och byggnader (Frederiksen and Werner, 2013).

Fjärrvärme är ett sätt att distribuera värme som produceras centralt, till skillnad från ett decentraliserat system där samtliga med värmebehov har en egen värmekälla. Fördelarna med ett centraliserat system är att det går att exempelvis lägga en större kostnad på rökgasrening och själva förbränningsanläggningen. Det ger möjlighet till en kapitalintensivare anläggning, vilket kan leda till effektivare rökgasrening, stordrift- och skalfördelar, samt möjlighet att använda sig av svåreldade bränslen (exempelvis avfall) vilka ofta är billigare (SCB, 2013).

Behovet av värme hos fjärrvärmekunder varierar kraftigt över året. Inom branschen används uttrycket ”uppvärmningssäsongen” om den period då tillskott av fjärrvärme behövs för att få en behaglig temperatur i bostäder, vilket sträcker sig mellan någon gång under hösten fram tills någon gång under våren. Den maximala efterfrågade effekten behövs under ganska få av årets timmar. Den tid då 70 % eller mer av maximal effekt efterfrågas är ofta bara några procent av den totala tiden (2,2 % i *Figur 1*) och då måste spetslast ofta användas. Vanligtvis har spetslast en dyr rörlig kostnad men en låg fast kostnad till skillnad från baslast, som har en stor fast kostnad men låg rörlig kostnad. Baslasten är den del som nätägaren vill använda sig av under större delen av säsongen. Det är dock vanligt att den underhålls under sommaren, då mellanlast får användas. Denna uppdelning är generell och visar överskådligt hur det brukar se ut vid olika fjärrvärmenät, vilket visas i *Figur 1*.



**Figur 1:** Exempel på varaktighetsdiagram illustrerande efterfrågad värmeeffekt, i procent av maximal effekt under årets 8760 timmar, och den vanligaste typen av last vid olika effekter. Uppgifterna om efterfrågad effekt är baserade på ett verkligt fjärrvärmenät medan de olika lasttyperna är uppskattade.

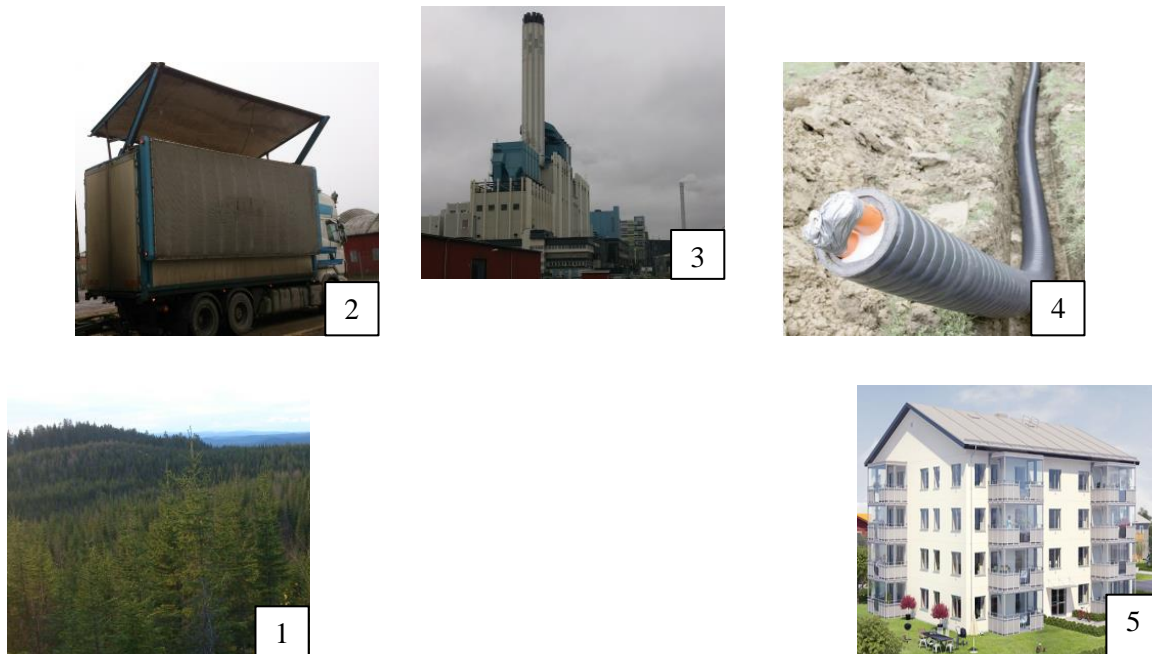
Likt många andra samhällsfunktioner är fjärrvärmen beroende av en rad olika delsystem. För att uppfylla huvudsyftet att leverera värme i form av varmt vatten till sina kunder. Detta kan åskådliggöras med hjälp av en kedja av länkade processer, från exempelvis biomassa i skogen fram till värme i en lägenhet, vilket illustreras i

*Figur 2*.

Steg 1: Restprodukterna i form av grenar och toppar (GROT) samlas upp från den konventionella avverkningen och körs ut från skogen, med en skotare, till närmsta större väg. Väl där lagras ofta materialet i väntan på att behov ska uppstå hos kund samt att kvalitén, och då främst fukthalten, ska bli acceptabel.

Steg 2: Biomassan kan endera flisas på plats, för att få ett mer kompakt och lätttransporterat bränsle, alternativt kan biomassan transporteras osönderdelat direkt via lastbil. Bränslet transporteras till en

fjärrvärmeanläggning där det lastas av i någon form av bunkerficka för att användas direkt eller så läggs bränslet på ett lager i anslutning till verket. Alternativt kan lastbilen köras till en terminal för mellanlagring, upparbetning och/eller omlastning till tåg eller båt. I fallet med förädlade skogsprodukter, såsom exempelvis pellets, måste biomassan först till en fabrik för förädling för att sedan transporteras vidare.



**Figur 2:** Kedjan från biomassa i skogen till värme i bostaden i fem olika steg

Steg 3: Värme produceras, det vanligaste produktionssättet är med hjälp av förbränning i en panna. Bränslet kan utgöras av varierande former av bioenergi, vars logistik har beskrivits här ovan. Bränslet kan också utgöras av andra material såsom exempelvis avfall, torv, kol, olja och naturgas, där dessa bränslen har en annorlunda logistik. Värmen kan också produceras på andra sätt, till exempel med hjälp av elpannor, värmepumpar, rökgaskondensering, spillvärme från industri eller kärnkraftverk med mera.

Steg 4: Värmen distribueras ut till kunderna med hjälp av nedgrävda isolerade rör i marken.

Steg 5: Kunderna tar emot värmen med hjälp av en fjärrvärmecentral, som ofta består av två värmeväxlare.

Varje del i kedjan måste fungera för att fjärrvärmen ska nå ut till sina kunder. Det är därför av intresse att kritiskt granska varje komponent och led i denna kedja för att upptäcka sårbara punkter som skulle kunna påverka fjärrvärmeleveranserna. Analyser av störningsrisker i fjärrvärmesektorn tenderar att fokusera på ekonomiska aspekter, som exempelvis hur fjärrvärmenäten ska behålla sina kunder respektive rekrytera nya. Utöver ekonomiska aspekter behandlas också ofta leveranser från fjärrvärmeanläggningen ut till kund och vad som kan orsaka leveransavbrott och hur stora konsekvenserna blir av detta. Samtliga av dessa behandlade störningsrisker återfinns inom steg tre till steg fem i *Figur 2* (Ljunggren et al., 2006, Lygnerud, 2008, Andersson, 2014, Knutsson, 2009). Det finns få analyser gjorda på störningsrisker i bränsletillförseln, trots att också detta är en kritisk del av systemet.

Ett längre avbrott av fjärrvärmeleveranser vid kall väderlek kan bland annat leda till att rörledningar fryser sönder, att människor tvingas till att evakueras från sina hem och att värmestugor måste upprättas

för de utsatta. Den tid det tar för ett hus att kylas ut vid avbrott av fjärrvärmeleveranser beror på olika faktorer såsom husets värmeförmåga och isolering, utomhustemperatur, ventilation etc. Generellt sett har äldre och riktigt nya familjehus en god värmeförmåga och det tar därför längre tid för dessa att kylas ut. Enfamiljshus kyla ner markant snabbare jämfört med flerfamiljshus. Exempelvis kan en vanlig 50-talsvilla med tegelfasad och 50 mm isolering få en lägre inomhustemperatur än 0 °C inom ett dygn ifall utomhustemperaturen är – 20 °C, om fjärrvärme uteblir. En sådan temperatur innebär stor risk för skador på delar av byggnaden och kan sätta vatten och avlopp ur funktion. Enligt Energimyndigheten kan friska människor, om de har på sig lämpliga kläder, befinna sig under längre perioder vid så låga temperaturer som + 5 °C. För de människor som av medicinska skäl eller på grund av hög ålder är extra känsliga för kyla går gränsen för sanitär olägenhet redan vid en inomhustemperatur av + 20 °C medan denna gräns normalt går vid + 18 °C (Energimyndigheten, 2007).

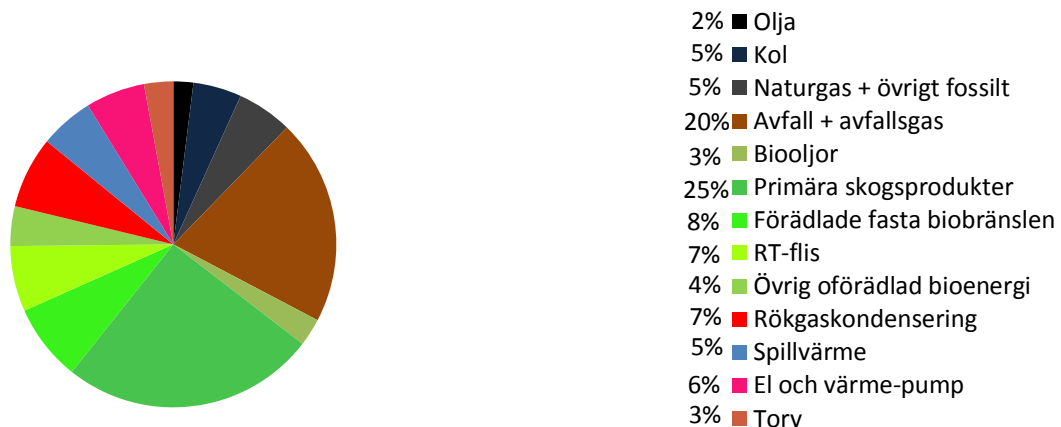
Om avbrott i fjärrvärmedistributionen sker på så sätt att det leder till någon typ av skada hos fjärrvärmekunden finns det ett lagstadgat ersättningsansvar hos fjärrvärmeleverantören (Sveriges Riksdag, 2014). Fjärrvärmekunden har alltså rätt till ersättning endast i de fall då de uteblivna värmeleveranserna resulterat i någon form av skada på kundens utrustning och material. Detta hindrar inte att kunderna, i avtalet med fjärrvärmeleverantören, har något inskrivit som behandlar uteblivna värmeleveranser, oberoende av utfallet. Detta kan jämföras med elförsörjningen där elanvändare har lagstadgad rätt till avbrottsersättning om det blir (oplanerat) avbrott av elleveranser i mer än tolv timmar, oavsett konsekvenser (Energimarknadsbyrån, 2014).

### **3.1.1 Fjärrvärme internationellt och nationellt**

I EU utgör fjärrvärme ungefär 13 % av värmemarknaden trots att 73 % av EU-medborgarna bor i urbana områden, vilket ger goda förutsättningar för fjärrvärme. I dagsläget dominerar värmemarknaden inom EU-27 området till två tredjedelar av lokala brännare av fossila bränslen (Connolly et al., 2014). I de norra delarna av Europa är fjärrvärmen mest utbredd. I exempelvis Lettland och Litauen är ungefär 65 % av hushållen uppvärmda av fjärrvärme. Fjärrvärme står som kontrast för endast 7 % av uppvärmningen i det skogrika Kanada. Den låga andelen beror främst på billig vattenkraftsel och olja, samt att många små samhällen har stora avstånd emellan varandra (Rezaie and Rosen, 2012). I Sverige ligger idag fjärrvärmens marknadsandel på omkring 60 % (Frederiksen and Werner, 2013). Det är betydligt vanligare med fjärrvärme för flerbostadshus där 93 % värms med hjälp av fjärrvärme jämfört med småhus där andelen utgörs av endast 12 %. För lokaler är siffran 83 %. Fjärrvärme finns över hela landet och det är bara fem av Sveriges 290 kommuner som inte har något fjärrvärmenät alls inom kommunen (Svensk Fjärrvärme, 2013).

I Sverige utvinns ingen kol och olja, samtidigt som fjärrvärmesystem delvis byggts på förbränning av kol och olja, vilket skapat ett importberoende. Under 70-talet var Sverige ett av de länder med störst oljeberoende i världen. År 1970 stod fossila oljebrännare för mer än 75 % av uppvärmningen i Sverige (Frederiksen and Werner, 2013). Detta förändrades hastigt efter oljekrisen 1973. Av den anledningen började Sverige söka sig till andra alternativ för att göra sig mindre beroende av de oljeproducerande länderna i Mellanöstern. Denna utfasning av olja skedde främst på grund av ekonomiska skäl, men även på grund av miljöhänsyn och energisäkerhetsskäl. Från 1970 har fossila oljebrännare minskat nästan linjärt och är numera (2014) nere på under 2 %. Istället har fjärrvärme ökat nästan linjärt från 1970 och står numera för mer än 60 % av uppvärmningsmarknaden. Även eluppvärmning och värmepumpar har ökat och står i dagsläget för omkring 25 % medan de sista 15 % bland annat består av egeneldad biobränsle och naturgas (Frederiksen and Werner, 2013). Idag får fjärrvärmebranschen i Sverige en betydande andel av sin energi från biobränsle (gröna området i *Figur 3*) och hushållsavfall (bruna området i *Figur 3*) som kan ses som förnybara eller återvunna resurser, tillsammans med rök-gaskondensering och spillvärme. Enligt en skattning består hushållsavfallet av ungefär lika stor andel förnybart som andel icke förnybart (Olsson and Johnson, 2014). Danmark och Finland har haft en liknande utveckling som Sverige. Där stod fjärrvärmen för ungefär lika stor marknadsandel som i Sverige, kring 5 %, i början av 60-talet (i Danmark lite mer, ca 11 %) för att år 2010 vara ungefär 50 %, på bekostnad av framför allt oljebrännare (Frederiksen and Werner, 2013).

I *Figur 3* redovisas tillförd energi till förbränningspannor eller liknande i Sveriges fjärrvärmenät (utan att ta hänsyn till några verkningsgrader) för biobränslen, avfall, torv och fossila bränslen under 2012. Fördelningen ändras med tiden och den rådande trenden är att bland annat torv och fossila bränslen delvis fasas ut till förmån för en ökad andel biobränsle och hushållsavfall. Tillförd energi är inte detsamma som producerad värme, verkningsgraden för exempelvis en mindre pelletspanna är omkring 0,8 – 0,9 (Energimyndigheten, 2014b). För el och värmepumpar, spillvärme och rökgaskondensering är det levererad värme som redovisas. Grönfärgade områden i *Figur 3* består av olika former av bioenergi och mörka gråsvarta områden utgörs av olika fossila bränslen. Förutom de rena bioenergisortimenten återfinns bioenergi i delar av avfalls- och rökgaskondenseringsbidragen i fjärrvärmens energimix. För utförligare beskrivning av vad de olika kategorierna står för, se Bilaga 9.1.



**Figur 3:** Tillförd energi i GWh till alla fjärrvärmenät i Sverige år 2012, enligt statistik från Svensk fjärrvärme, se Bilaga 9.1.

Svensk fjärrvärme har som tidigare nämnts i det närmaste helt fasat ut olja som baslastbränsle i fjärrvärmesektorn. Fossil olja utgör dock fortfarande en viktig del i många fjärrvärmesystem, mestadels i spetsanläggningar där oljan är funktionell och lätthanterlig samt också initialt i förbränningsprocessen för att starta andra typer av förbränningspannor. Det går snabbt att starta en förbränning med olja, det är enkelt att reglera en oljebrännare och bränslet är förenat med en relativt okomplicerad lagerhantering. Förnybara alternativ till fossil olja existerar, men de är dyrare. En annan viktig skillnad mellan kol och olja som bränsle jämfört med avfall och biobränslen är att de senare har en mer komplicerad logistikkedja och framför allt en mer komplex lagring. Energidensiteten är också betydligt lägre hos biobränslen och det finns en icke försumbar risk för självantändning av bränslelagret. Genom att fasa ut fossil olja som baslastbränsle har stora växthusgasutsläpp undvikits, men det har också lett till att andra förutsättningar som måste beaktas.

En betydande del av svensk fjärrvärme produceras i Mälardalsområdet, vilket är en av anledningarna till att det begränsade geografiska området undersökts. Regionen har också tillgång till alla vanligt förekommande transportslag (lastbil, tåg, båt). Dessutom finns en stor spridning beträffande storlek, ägandestruktur och logistikförutsättningar hos de representerade aktörerna, vilket bidrar till regionens relevans vid val av studieområde.

## 3.2 Energisäkerhet

### 3.2.1 Definition

Energisäkerhet är ett vitt begrepp, som vuxit fram efter oljekriserna på 1970-talet. Det finns inte någon globalt vedertagen definition på vad energisäkerhet är. Varje land och organisation har sin egen definition på vad energisäkerhet innebär för dem. I västvärlden diskuteras ofta oljeberoende i samband med energisäkerhet och där menar många att en ökad andel förnybara energikällor resulterar i en ökad



energisäkerhet. I Brasilien däremot, där andelen förnybar energi redan är mycket hög, förespråkade några politiker en ökad oljeimport för att öka energisäkerheten. Därmed kan det konstateras att det är viktigt att tydliggöra vad som menas när begreppet energisäkerhet används (Winzer, 2012). Energimyndigheten definierar begreppet ”trygg energiförsörjning” på följande sätt: ”Energisystemens kapacitet, flexibilitet och robusthet att leverera energi i önskad omfattning i tid och rum enligt användarnas behov till en accepterad kostnad samt marknadens, offentlig sektors och användarnas samlade krishanteringsförmåga.” (Energimyndigheten, 2013a).

Det finns svårigheter med att kvantifiera hur energisäkert något är i form av jämförbara värden, eftersom det finns många olika skiftande faktorer att ta hänsyn till. För att om möjligt kunna värdera energisäkerheten har IEA (International Energy Agency) listat en del punkter som kan analyseras: Importberoende (i synnerhet från politiskt instabila regioner), avstånd mellan produktion och konsumtion, störningskänslighet i den fysiska tillförselkedjan, grad av substituerbarhet avseende insatsbränsle samt diversiteten i energimixen (Johansson et al., 2010). En ökad användning av inhemska resurser minskar importberoendet och ökar landets energisäkerhet. Skogsbränslen är ett exempel på en viktig inhemsk resurs i Sverige. Det finns ingen tillförlitlig statistik över mängden fasta biobränsle som importeras, men tidigare studier har kommit fram till att det rör sig om mellan 5 och 9 TWh enligt Energimyndigheten (Elforsk, 2013), vilket utgör ungefär 4-7 % av den totala tillförseln av biobränsle i Sverige (Energimyndigheten, 2014a).

### 3.2.2 De fyra A:na

Inom energisäkerhet nämns stundom de fyra A:na, det vill säga *Availability*, *Accessibility*, *Affordability*, *Acceptability*. Med *availability* menas att resursen fysiskt måste existera. När det gäller fossilt bränsle minskar mängden, medan ett hållbart skogsbruk hela tiden har ungefär samma råvarumängd. Detta då skogen reproduceras i högre takt än fossila bränslen. Med *accessibility* menas att energin måste vara tillgänglig, begränsningar kan vara av geopolitiska och/ eller tekniska skäl. Exempelvis har Ryssland stora mängder skog, men ifall de inför ett exportförbud på träråvaror är dessa produkter inte längre tillgängliga för Sverige. Råvaran bör kunna erhållas till ett rimligt pris, *affordability*. Även om det är tekniskt möjligt att producera bioolja skulle en oljemarknad baserat enbart på bioolja innebära en klar fördyring av bränslemarknaden i dagsläget. Vad som anses med uttrycket ”rimligt” är inte klart definierat. Bränslekostnaden för bioenergi kan hållas nere jämfört med exempelvis fossila bränslen då biobränsle inte drabbas av någon pålagd koldioxidskatt (Regeringen, 2013). Utan denna pålagda skatt är det möjligt att fossila bränslen inom fjärrvärmesektorn ökar eller åtminstone inte fortsätter att minska. Slutligen måste energiformen vara allmänt accepterad, *acceptability*. Exempelvis kan det bildas en opinion mot vissa utvinningsformer av energi, vilka kan anses skada kulturhistoriska värden, bidra till miljöförstöring eller liknande. Utvinning av stubbar från avverkningsytor är delvis kontroversiellt i Sverige, vilket kan vara ett exempel på en utvinningsmetod som inte uppnår fullständig *acceptability* på grund av osäkra miljökonsekvenser. Det finns även ett missnöje mot importerat avfall vilket delvis är omdebatterat bland allmänheten. *Acceptability* för biobränslen är i allmänhet hög även om vissa anser att skogsproduktionen på många ställen inte är hållbar eller att den biologiska mångfalden hotas. Detta motstånd utgör oftast inget hinder för utvinning av bioenergi och vanligen är det inte den svenska skogsproduktionen som kritiken riktar sig emot (Nepstad et al., 1999). Det finns stora likheter mellan den tidigare nämnda Energimyndighetens definition av ”trygg energiförsörjning” (se 3.2.1) och uppfyllandet av de fyra A:na. För att det ska vara möjligt för energisystemet att ”leverera energi i önskad omfattning i tid och rum” krävs att energin är *available* och *accessible*. Det ska också ske ”enligt användarnas behov till en accepterad kostnad”, vilket innebär att energin också måste vara *affordable*. *Acceptability*s roll i definitionen av ”trygg energiförsörjning” framgår dock inte särskilt tydligt. Med en vidare tolkning kan det, delvis, anses finnas med i uttrycket ”enligt användarnas behov”.

### 3.2.3 N-1kriteriet

Elförsörjningen är, som tidigare påpekats, en viktig samhällsfunktion och de som är verksamma inom elområdet har arbetat mycket med att minska antalet elavbrott och varaktigheten av dessa. Inom elbranschen diskuteras N-1kriteriet, som ett sätt att säkerställa leveranser av elenergi. Uppfyllandet av N-1kriteriet innebär att bortfall av en komponent (exempelvis en kraftledning eller en

kärnkraftsreaktor) inte ska leda till avbrott av elleveranser. Vid känsligare områden kan en ökad leveranssäkerhet uppnås av att N-2kriteriet är uppfyllt. Det vill säga elnätet ska kunna klara av ett bortfall av två viktiga komponenter. Diskussionen om leveranssäkerhet kopplat till N-1kriteriet kan utökas. Om en komponent har fallit ur systemet är läget klassificerat som N-0. Då går det att, utifrån nivån på en godtagbar energisäkerhet, diskutera maximal tillåten tid det tar att återställa läget till det normala (N-1)(Göthe, 2009). För stamnätet är denna tid satt till 15 minuter (Svenska kraftnät, 2009).

För ett fjärrvärmesystem (produktion och distribution) kan de omnämnda komponenterna i systemet bestå av exempelvis en förbränningspanna eller ett distributionsrör. Det är svårt att uppfylla N-1kriteriet för fjärrvärmenätet, då det vanligen bara finns ett och inte flera olika distributionsrör ut till kund. Den definition som används i detta arbete är följande: För att fjärrvärmeproduktionen ska uppfylla N-1kriteriet krävs det att produktionen kan klara ett bortfall av den största förbränningspannan då det är som störst effektbehov av fjärrvärme. Uppfyllandet av N-1kriteriet för fjärrvärmeproduktionen behöver därmed inte innebära att fjärrvärmen når värmekunden, då ingen hänsyn tas till distributionen av värmen.

## **3.3 Risker**

### **3.3.1 Allmänt**

Energisäkerhet är tätt sammanknutet till begreppet ”risk”, mer specifikt risker mot energiförsörjningen. Inom energisäkerhet utreds, definieras och kvantifieras de risker som finns inom alla delar av energiförsörjningen. Enligt svenska akademiens ordbok är en risk: ”möjlighet att något icke önskvärt (något olyckligt l. obehagligt) skall inträffa l. att en skada l. förlust skall drabba någon l. något [...]” (SAOB, 1958). Vad som menas med en risk är inte alltid självklart varför innebörden av en risk behöver definieras. En risk, i form av något värde, kan vara svår att kvantifiera, men flera olika tillvägagångssätt för att försöka göra detta finns. En annan aspekt som gör begreppet risk svårhanterligt är att ordet risk är dynamiskt då samhällets och den enskilda individens olika värderingar förändras över tid. I modern tid har riskbegreppet försökt definieras med ett strikt naturvetenskapligt förhållningssätt, så att subjektiva värderingar inte har någon påverkan. En risk ska alltså kunna beräknas, utan att ta hänsyn till känslomässiga intryck. Detta förhållningssätt har delvis stött på kritik för att det anses utlämna sociala, psykologiska och kulturella aspekter som påverkar allmänhetens förhållningssätt till risken (Nilsson, 2003).

Då risker analyseras kan ett antal olika begrepp användas: riskanalys (identifiera, definiera och beräkna riskerna), riskvärdering (en bedömning görs ifall riskerna kan tolereras eller ej) och riskreduktion (beslut och genomförande av beslut). Dessa tre utgör tillsammans hela riskhanteringen och de två förstnämnda utgör riskbedömningen. Då riskreduktionen är genomförd kan det vara lämpligt att göra en ny riskanalys, i syfte att erhålla en återkoppling. Risk ska särskiljas från riskkälla. Riskkällan är det fenomen som ger upphov till den negativa händelsen. Möjliga riskkällor kan vara av olika karaktär såsom naturkatastrofer, sjukdom, kriminalitet, fel på interna system, beroende av visst energislag, geopolitik eller marknaden.

### **3.3.2 Riskanalys**

Riskanalys används för att uppskatta sannolikheten för att något ska inträffa och konsekvensen denna händelse kommer att få om det inträffar. Med risk menas alltså sannolikhet multiplicerat med konsekvens. Vanligtvis grundar sig riskanalysen på ett flertal antaganden, varför det även finns en inbyggd osäkerhet. Sannolikheten för en kärnkraftsolycka är exempelvis svår att kvantifiera och problematiskt då det inte sker tillräckligt frekvent för att det ska gå att göra en god analys av det. Tillgång till många historiska data underlättar analys. Exempelvis finns det omfattande statistik över trafikolyckor, varför det med stor säkerhet är möjligt att ange hur stor sannolikheten är för att en trafikolycka sker. Detta gäller så länge samma förutsättningar råder (Nilsson, 2003). Riskanalysen kan delas in i tre delar: Riskidentifiering, frekvensanalys och konsekvensanalys. Vid riskidentifieringen övervägs vad som kan tänkas ske. Det som inte tas med i riskidentifieringen analyseras inte heller, varför det är extra viktigt att alla potentiella risker tas med. Det kan vara svårt att ta hänsyn till alla

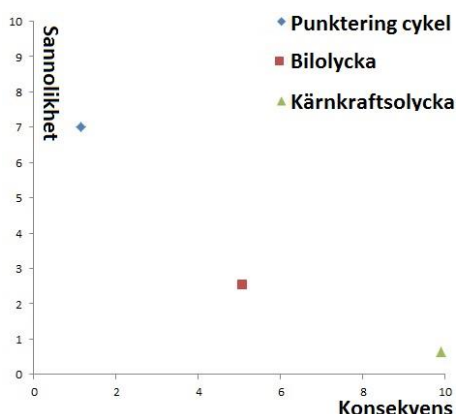
typer av risker, varför vissa systemgränser är nödvändiga. Dessa kan exempelvis vara av olika slag, såsom geografiska, tidsmässiga och vilken typ av risk som studeras.

Frekvensanalysen visar hur sannolikt det är att de identifierade riskkällorna inträffar. Slutligen beskriver konsekvensanalysen vilka konsekvenser det skulle få om dessa riskkällor inträffar. En rangordning och kvantifiering av konsekvenser är svårare att genomföra jämfört med att uppskatta sannolikheter. Detta för att det finns många faktorer att väga in. Det uppstår genast svårigheter då exempelvis konsekvenserna vid förlisningen av ett fartyg ska värderas. Utfallet beror på vilken last båten har, hur många människor som var ombord, krisberedskap på båten och på land, etc. Det är också komplicerat att ställa förlusten av människoliv i förhållande till ekonomiska aspekter. Konsekvensen kan också analyseras med varaktighet, drabbat område och en värdering hur allvarligt det är. Rangordningen av konsekvensen blir således godtycklig då riskhantering inte är en exakt vetenskap.

### 3.3.3 Metod

Hela detta förlopp med riskanalys, riskvärdering och riskreduktion kan analyseras med kvalitativa eller kvantitativa metoder. Statistisk analys är en kvantitativ metod som lämpar sig väl då det finns mycket data med en tillräcklig mängd observationer. Störningar i elnätet är ett exempel på väldokumenterade händelser, vilket även sker tillräckligt ofta för att ge ett bra statistiskt underlag. Kvalitativa metoder används då lite eller inga data finns att tillgå. Teoretisk modellering med logiska modeller är ett exempel på ett tillvägagångssätt. Detta är en metod som är bra då systemet är känt och väldefinierat, men där det inte finns några tidigare erfarenheter av störningar och där stora störningar inte kan accepteras.

Expertbedömningar är en semikvantitativ metod som lämpar sig väl för områden där ingen tidigare erfarenhet finns. En riskidentifiering genomförs genom att ett lämpligt scenario skapas. Sannolikheter och vilka konsekvenser dessa får uppskattas av experter och samlas in och sammanställs. Resultatet kan presenteras i en riskmatris (se *Figur 4*) med sannolikhet på ena axeln och konsekvens på den andra. Skalan på denna riskfördelning är inte exakt i sin värdering utan ska utläsas som vilka storleksordningar olika risker befinner sig på. Det kan vara lämpligt att göra en känslighetsanalys för att försöka utvärdera hur tillförlitligt resultatet egentligen är (Ericsson and Nilsson, 2004).



**Figur 4:** Exempel på riskmatris där sannolikheten ökar längs med y-axeln och konsekvensernas storlek ökar längs med x-axeln.

### 3.3.4 Riskvärdering

Riskvärdering är ett ställningstagande till hur riskerna ska kvantifieras. Exempel på lämplig enhet kan vara effektbortfall, energibortfall (effekt\*tid), antal drabbade, antal drabbade\*tid, kostnader med mera. Det mått som används ska kunna belysa nyttan av potentiella åtgärder. En annan enhet kan vara viljan att betala för att undvika en händelse. Detta används som underlag för att bedöma hur mycket undvikandet av en händelse är värt. Betalningsviljan kan dock variera kraftigt beroende på många olika faktorer såsom inkomst, ålder, typ av verksamhet, omfattning av händelse o.s.v. Denna metod

kan ta hänsyn till andra mänskliga värderingar än rent kvantitativa. Exempelvis hur mycket mer elkunder är beredda att betala för att vara garanterad elleverans utan avbrott.

### 3.3.5 Olika perspektiv

Risk ur ett *tekniskt perspektiv* kan ses som summan av möjliga scenarier och konsekvenserna av dessa. Här är samma summa likvärdig oavsett inbördes storlek mellan sannolikhet och konsekvens. Med detta tekniska perspektiv tas ingen hänsyn till eventuella skillnader på hur olika individer uppfattar risken. Flera undersökningar gör dock gällande att individen oftare tenderar att undvika risker med låg sannolikhet och stora konsekvenser än tvärtom (Nilsson, 2003).

Risk ur ett socialkonstruktivistiskt perspektiv innebär att mer hänsyn tas till känslomässiga resonemang och hur individen ser på en risk. Vissa risker kan, beroende på en rad faktorer, anses vara mer acceptabla än andra. Dessa kan till exempel vara ofrivillig utsatthet, brist på personlig kontroll och fruktan. Det är lättare att acceptera utsattheten för en risk om individen har bestämmandekontroll och själv har försatt sig i situationen. Ett exempel på detta är risken för trafikolycka när du kör bil jämfört med en flygolycka. Även om sannolikheten för att förolyckas till följd av en flygresa är mindre jämfört med samma sträcka i bil kan fruktan hos flygrädda göra att bilalternativet föredras, trots en högre risk (Nilsson, 2003).

## 4 Tidigare forskning

### 4.1 Fjärrvärmens energisäkerhet

Räddnings- och Säkerhetsavdelningen vid Stockholms länsstyrelse gjorde år 2004 en utredning om säkerheten i Stockholms fjärrvärmenät genom en enkätundersökning hos olika fjärrvärmeföretag. Resultatet av undersökningen var att leveranssäkerheten inom fjärrvärmeförsörjningen i Stockholms län ansågs vara god då inga större avbrott hade skett. Vidare framkom det att fjärrvärmen är väldigt elberoende. De största orsaker till avbrott i fjärrvärmeföretagen hade då var olika anledningar till avbrott i bränsleförsörjningen, olika haverier samt sabotage. Utredningen kom också fram till att uthålligheten mot avbrott i bränsleleveranser varierar mycket över året och beroende av undersökt bränsle, mellan 2-45 dygn (Stockholms Länsstyrelse, 2004). Utredningen valde dock att inte titta på hur väl fjärrvärmekunder kunde ta emot fjärrvärme. Kunderna är också de beroende av bland annat el. Detta undersökte dock Ljunggren 2006 och kom fram till att: ”det finns goda möjligheter att överföra värme från fjärrvärmenätet till anslutna värmesystem genom själv-cirkulation i händelse av ett långvarigt elavbrott”. Dock är detta något som måste undersökas för varje byggnad och det bör i så fall göras innan det blir ett långvarigt elavbrott.

Energimyndigheten har låtit göra en utredning av Sveriges kommuner där kommunens roll och ansvar har undersökts vid händelse av avbrott i el- och/eller värmeförsörjningen. Av de kommuner som svarat, 191 av 290, anger 87 % att de har analyserat sin egen roll vid en sådan händelse. Av dessa är det 78 % som har gjort förberedande värmeberedskapsarbete, som bland annat innefattar en plan för de mest köldkänsliga kommuninvånarna. Av de kommuner som svarade har 33 % genomfört en kartläggning över vilka byggnader eller områden som kyls ut först vid avbrott i värmeleveranser (Energimyndigheten, 2014a).

#### 4.1.1 Nationell risk- och förmågebedömning

Regeringen har beslutat att samtliga statliga myndigheter ska genomföra en risk- och sårbarhetsanalys om krisberedskap och höjd beredskap. Detta står skrivet i krisberedskapsförordningen (2006:942). Sveriges 21 länsstyrelser är de myndigheter som är regeringens företrädare i respektive län. Varje länsstyrelse är därmed skyldig att göra en risk- och sårbarhetsanalys. Även kommuner och landsting har samma skyldighet att utreda vilken beredskap som finns vid extraordinära händelser, detta enligt lag (2006:544). Dessa analyser och utredningar är en del i arbetet som MSB (Myndigheten för Samhällskydd och Beredskap) bedriver för att stärka Sveriges förmåga och beredskap att hantera stora

oväntade och oönskade händelser. Detta beredskapsarbete ska ske på nationell, regional samt lokal nivå. Syftet med dessa riskbedömningar är att skapa en gemensam förståelse för de sårbarheter och risker som finns i Sverige och på så vis kunna ha en samsyn om resursprioriteringar och förebyggande åtgärder.

År 2010-2011 gjordes en risk- och sårbarhetsanalys där 200 händelser, som skulle kunna påverka Sverige, beskrevs. Av dessa valdes 27 särskilt allvarliga (nationella) händelser ut till MSB:s nationella riskbedömning 2012. 2013 utkom MSB med en risk- och sårbarhetsutredning där sex scenarier tagits fram (ur de ovan nämnda 27 händelserna) med olika sannolikheter och konsekvenser. Det som hade störst påverkan på fjärrvärmesektorn var scenariot då GNSS-system (navigeringssystem, exempelvis GPS) slås ut (MSB, 2013). Detta innebär att bränsleleveranser eventuellt kan bli fördröjda och inte att de uteblir, eftersom det är fullt möjligt att navigera utan fungerande navigationssystem.

#### **4.1.2 Kort om det svenska gasnätet och fjärrvärmen i övriga Sverige**

I sydvästra Sverige råder andra förutsättningar för fjärrvärme jämfört med övriga landet. Där finns ett utbyggt gasnät. Av naturgasen i Sverige används 38 % för fjärrvärmeproduktion (Cizuk, 2014). Nätet går från Malmö i söder till Stenungssund i norr och kan använda sig av fossil naturgas såväl som biogas. Fram till 2011 kom all gas från det danska Nordsjöområdet (Energigas Sverige, 2014). Den danska naturgasproduktionen nådde sin kulmen under år 2005 och har sedan dess nästan halverats och produktionen beräknas vara någorlunda stabil på dagens nivå till 2018 (Dansk Gasteknisk Center, 2014). Efter 2018 kommer produktionen att minska och troligen vara helt slut år 2040. Av denna anledning har infrastruktur för att möjliggöra import från Tyskland byggts. I framtiden kommer leveranserna från Tyskland att vara en blandning av tyska inhemska gaskällor, norsk, rysk och holländsk naturgas av varierande kvalitet. En ökad tillförsel av biogas kan förväntas i framtiden, vilket också kan innebära varierande kvalitet (Energigas Sverige, 2014).

Stora naturgasreserver finns i Ryssland som har 23 % av världens totala naturgasresurser (Central Intelligence Agency, 2014). I EU är andelen rysk gas som används 27 %, där hälften av gasen transiteras via Ukraina. I en presentation av representanter från Energimyndigheten är slutsatsen att även Sverige kommer att påverkas om Ryssland slutar leverera naturgas till EU, med stora konsekvenser för delarna av Sverige som har utbyggt naturgasnät. Det är också troligt att EU i ett långsiktigt perspektiv kommer att vara starkt beroende av naturgas.

Leveranser av spillvärme är beroende av att industrin fortsätter att ha tillgänglig överskottsvärme och att företaget är kvar på den aktuella orten. Spillvärme står för omkring 7 % av den tillförda energin till fjärrvärmesystem i Sverige. I vissa fall kan spillvärme stå för betydligt mer än så, i exempelvis Luleå står SSAB för mer än 80 % av den tillförda energin (år 2012). En eventuell nedläggning av SSAB skulle därför starkt påverka fjärrvärmeleveranserna i Luleå. Dock kan det förväntas att ett eventuellt nedläggningsbesked inte kommer med kort varsel, varför det kan förväntas att det finns tid till omställningar. Byggnad av ett nytt kraftvärmeverk är något som tar tid, många gånger flera år, varför omställningstiden ändå kanske inte är tillräcklig.

## **4.2 Klimatförändringar i framtiden**

### **4.2.1 Växthusgasutsläpp och hur det påverkar jorden**

Jordens medeltemperatur har ökat sedan den industriella revolutionen, vilket de flesta forskarna anser beror på de antropogena utsläppen av växthusgaser till atmosfären. Oavsett hur stora utsläppsminskningar som görs i världen, även om det till och med erhålls ett negativt nettotillskott av växthusgaser, kommer det att bli klimatförändringar i världen och en ytterligare höjning av jordens medeltemperatur. Därför är det viktigt att, förutom att reducera utsläppet av växthusgaser, också se till att klimatanpassa samhället (Storbjörk, 2006, Field et al., 2014). Arbetet för att minska klimatpåverkan och arbetet för att klimatanpassa samhället behöver inte nödvändigtvis innebära samma åtgärder. En anpassningsåtgärd kan såväl motverka som ge synergieffekter för en minskad klimatpåverkan och på samma sätt åt andra hållet. Anpassningsåtgärder tenderar till att beslutas på mer lokal eller regional

nivå och effekterna är synliga direkt. Klimatbegränsade åtgärder, såsom att minska växthusgasutsläpp, vidtas oftare på nationell eller global nivå och det tar längre tid innan effekterna blir märkbara på grund av klimatsystemets inneboende tröghet (Olsson and Johnson, 2014).

En medeltemperaturökning innebär inte att alla regioner kommer att drabbas av samma temperaturökning. Exempelvis kommer uppvärmningen att vara som störst på land och på nordliga breddgrader och minst vid områden med stora hav (exempelvis stora delar av den södra hemisfären). Vind-, nederbörds- och temperaturmönster kommer att förändras på grund av att stormbanor flyttas mot polerna. Många i dagsläget torra eller halvtorra områden kommer att få en minskad nederbörd, vilket kan leda till brist på färskvatten medan tillgång till vatten ökar vid högre breddgrader. Skyfall, extremt höga temperaturer och värmeböljor kommer troligen att bli vanligare oavsett hur stor medeltemperaturökningen blir (Mobjörk, 2011). Havsnivån har ökat och gör det fortfarande, vilket beror på den ökande temperaturen, som ger en ökad avsmältning av landsisar och en termisk expansion av havsvattnet. Enligt IPCC kommer medelhavsnivån att stiga mellan 18 och 59 centimeter fram till 2100, jämfört med referensperioden 1980-1999 (IPCC, 2007).

Ett ökat nyttjande av biobränslen lyfts ofta fram som en del i arbetet med att minska mänsklig påverkan på växthuseffekten, även om bland annat hållbarheten diskuteras (Field et al., 2014). Biobränslen är inte koldioxidneutrala, eftersom de renderar i ungefär lika stor andel koldioxid som fossila bränslen vid förbränning. Om nyetablering av biomassa sker i samma omfattning som uttaget av biomassa kommer samma mängd koldioxid att tas upp igen inom rimlig tid (storleksordningen 1-100 år) medan omloppstiden för den koldioxid som fossila bränslen avger är flera miljoner år (Cherubini et al., 2011). Därav att biobränslen ibland klassas som koldioxidneutrala. Däremot blir det en nettoökning av växthusgaser om exempelvis skog med omloppstid på 80-100 år avverkas och det istället planteras en årlig åkergröda (Houghton, 1999). Det bör också påpekas att det vanligtvis krävs en viss andel fossil energi i form av exempelvis diesel till skogsmaskiner och transportfordon för att kunna nyttja energin från biobränslen (Skogforsk, 2012).

#### **4.2.2 Förväntade klimatiförändringar i Sverige och dess konsekvenser**

En klimatiförändring står för dörren, vilket är något som har uppmärksamats allt mer. Det är svårt att med säkerhet förutsäga hur klimatiförändringarna kommer att påverka. Det som är sant på global nivå är inte nödvändigtvis sant på nationell eller regional nivå. På samma sätt behöver inte det som är sant på regional nivå överensstämma med vad som sker på lokal nivå. I det nordiska området förväntas en större temperaturökning jämfört med jordens medeltemperaturökning. I Sverige kan större skördar förväntas om koldioxidhalten ökar. Redan torra platser kommer att bli ännu torrare medan blöta platser kommer att få ännu mer nederbörd. Somrarna kommer troligen att bli torrare medan vintrarna kommer att bli blötare generellt sett (Jordbruksverket, 2010). Sveriges medeltemperatur kan komma att stiga med omkring fyra grader i slutet av detta århundrade, vilket innebär att klimatzonerna förflyttas 500-800 km norrut (Lundqvist and Biel, 2013).

Regeringen gav länsstyrelserna i Sverige följande uppdrag: ”att samordna, sammanställa, redovisa och göra jämförelser av det klimatanpassningsarbete som sker på kommunal nivå. Utgångspunkt för arbetet är bedömningar om sårbarhet för klimatiförändringar och behov av klimatanpassning” (Wahlberg et al., 2013). Med informationen på kommunal nivå har de olika länsstyrelserna utarbetat regionala och lokala handlingsplaner som redovisades 30 juni 2014. De svenska länen är alltså medvetna och försöker förbereda sig för stundande klimatiförändringar (Gustavsson et al., 2014).

#### **4.2.3 Risker inom fjärrvärme i Sverige på grund av klimatiförändringar**

Extrema väderhändelser skulle kunna leda till händelser såsom erosion, jordskred och översvämningar. Det finns inte några konkreta godtagbara bevis att extrema väderhändelser såsom stormar och torka kommer att bli värre och vanligare i framtiden med förväntade klimatiförändringar, även om en del forskare hävdar att det kommer vara så (Field et al., 2014). Dock kan det nämnas att

extrema väderhändelserna kan komma att få större konsekvenser. Om till exempel medeltemperaturen blir högre, då minskar andelen frusen mark, vilket leder till att en storm kommer att kunna fälla mer skog jämfört med om tjälen varit mer utbredd.

Skogsbränder kan leda till att mer biomassa kommer ut på bränslemarknaden då brandskadad skog kan användas för energiändamål medan andra verksamhetsområden inte kan använda sig av den brandskadade skogen i samma höga utsträckning. Risken för skogsbränder kommer troligen att öka i framtiden, där risken ökar mer i södra Sverige. Fler torrdagar per år (dagar med mindre än en mm regn) är att vänta, med en större ökning i östra delarna av landet än de västra. Detta innebär att släckningsarbetet blir mer resurskrävande och att risken för återantändning ökar (Leandersson and Lillienberg, 2011). Det är troligt att skogsbränder främst påverkar den lokala/regionala bränsletillgången och inte den nationella.

#### **4.2.3.1 Uttag från skogen**

En höjd medeltemperatur medför att nya grödor kan odlas och att växtsäsongen utökas, men också att risken för skadeinsekter och växtsjukdomar ökar. Frost kan komma att bli ett problem för växter på olika landområden. Detta på grund av att vissa områden i dagsläget har en kall period med en ihållande tjäle, i framtiden kan dessa områden få omväxlande frost och upptinad mark. Även om den fluktuerande frosten inte tar död på plantorna kan detta innebära en ökad risk för angrepp från insekter och sjukdomar (Roos et al., 2011, Rummukainen, 2013).

Träd och andra växter kommer att få nya förutsättningar i framtiden, vilket ger osäkerhet kring biomassaproduktionen i framtiden. Den skog som planteras idag ska växa i 50-100 år vilket innebär att de ska överleva i ett klimat som varierar med tiden. Därför är det viktigt att de som idag planterar ny skog gör valet av plantor med stor omsorg. För att minska riskerna för stormfälld skog kan exempelvis jämnåriga rena bestånd (som är vanligt idag) på lämpliga marker ersättas med blandbestånd av olika träslag och ålder (Rummukainen, 2013). En del skogsområden i Sverige är beroende av att det finns tjäle i marken för att kunna avverkas utan alltför stora bestående markskador. En ökande temperatur och ett fuktigare klimat under vintern innebär att tjälen generellt sett kommer att bestå under en kortare period och tjälen kommer heller inte att vara lika djup. Detta betyder att det blir en minskad tid då det är möjligt att avverka skogen. Det i sin tur kan påverka tillgången på skogsbränslen då de uppstår som en restprodukt i samband med konventionellt skogsbruk. Träd kan påverkas på så sätt att de har en sämre förankringsförmåga i blötare skog, vilket i sin tur leder till att skogen blir stormkänsligare (Rummukainen, 2013). Körsador ökar med utebliven tjäle och ökad fukthalt i marken. Detta kan förhindras med god planering och olika metoder såsom mobila och fasta broar och risning. Tunga skogsmaskiner kan bidra till ökad markkompaktering vilket kan lindras med bredare däck som också ökar bärförmågan. Kostnadsökningen för anpassningen av avverkningsarbetet till ett varmare och fuktigare klimat har beräknats kosta omkring 5-10 kr per m<sup>3</sup>fub (Eriksson, 2007). Ökade regnmängder leder också till en mekanisk åverkan som kan påverka jordkvaliteten (Roos et al., 2011).

Med minskande tillgång på fossila bränslen och med ambitionen att minska koldioxidutsläpp till atmosfären kommer biomassa att utgöra en allt viktigare och mer åtråvärd resurs (Field et al., 2014). Detta innebär att fjärrvärmeanläggningar i framtiden troligen kommer att utsättas för en ökad konkurrens om biomassan. Skadeinsekter och sjukdomar kan påverka både kvantitet och kvalitet på biomassa. Ett exempel som kan omnämnas är contortabastborrens spridning i stora delar av Kanada. Den stora spridningen är troligen en följd av mildare vintrar som underlättat insektens överlevnad (Kärvemo, 2010). Om skogen utsätts för angrepp i vuxen ålder kan detta gynna fjärrvärmesektorn då det är lättare att använda skadedrabbad skog till förbränning jämfört med förädlade träprodukter (Adolfsson, 2014).

#### **4.2.3.2 Transporter**

En ökad temperatur innebär ökade risker för så kallade ”solkurvor”, som orsakar att risken för tågurspärning ökar. Solkurvor uppkommer då krafterna i spårets längdriktning blir för stora varför rälsspik och andra typer av befästningar inte förmår att hålla rälsen på plats. Detta är extra problematiskt i Skandinavien eftersom temperaturvariationerna är stora, rälsen måste fungera i både -

40 °C och +55 °C (Trafikverket, 2014a). Risken för solkurvor ökar exempelvis med bristande underhåll av slipers och makadambädden under slipers, men det är ett problem som är möjligt att undvika i hög utsträckning. Ett flertal artiklar visar att solkurvor kan försena eller hindra trafiken (Sundberg, 2014, Johansson, 2014, Nygård, 2014). Detta kan innebära försenade eller uteblivna bränsleleveranser då bland annat flis delvis transporteras via tåg. Även förseningar av båtleveranser på grund av nedisade hamnar i Rigabukten har förekommit. En positiv förändring med ökande vintertemperaturer för fjärrvärmesektorn i Sverige är att dessa problem kommer att minska. Båttransporter från Rigabukten kommer därför att underlättas och idag är de baltiska staterna en viktig exportör av skogsbränsle till Sverige (Olsson et al., 2012).

#### **4.2.3.3 Fjärrvärmeproduktion**

En riskkälla för fjärrvärmeföretag, som inte har att göra med bränsleleveranser eller distribution av producerad, värme är temperaturökningen. En temperaturökning leder till ett minskat behov av fjärrvärme. Detta kommer att bli ännu mer kännbart för fjärrvärmesektorn då temperaturökningen dessutom kommer att vara större under uppvärmningssäsongen. En jämförelse av gradtimmar mellan en ort med 6 °C årsmedeltemperatur (Karlstad 5,9 °C 2013) och en ort med 7 °C årsmedeltemperatur (Stockholm 7,2 °C 2013) visar att uppvärmningsbehovet är 8-9 % lägre. Då varmvattenförbrukning inte är direkt kopplat till årsmedeltemperaturen innebär det att fjärrvärmebehovet egentligen inte minskar med 8-9% utan snarare med 5 % (Energimyndigheten, 2009, SCB, 2014). Det årliga fjärrvärmebehovet beräknas minska med 15 % till 2040 på grund av energieffektiviseringar och ökande utomhustemperaturer (Gode, 2007).

Hos fjärrvärmeanläggningar finns ett lagringsbehov av bränsle på grund av bland annat skillnader mellan värmeproduktion och bränsletillförsel. Lagringen kan medföra olika typer av problem beroende på bränsle. Fuktiga biobränslen är problematiska på grund av den värmeutveckling och processer som kan ske i biologiskt material (se avsnitt 5.4.6). Med ett fuktigare och varmare klimat är det troligt att omfattningen av dessa problem kommer att öka (Strömberg and Svärd, 2012). Även lagring av pellets kan vara problemfylld då pelletsen riskerar att falla sönder om den utsätts för fukt. Ett ökat antal regndagar kan leda till svårigheter vid exempelvis lastning av pellets. I östra Kanada har pelletslastningar stoppats vid regnväder till exempel (Olsson and Johnson, 2014).

#### **4.2.3.4 Översvämning**

Översvämningar kan ske av olika enskilda skäl eller en kombination av flera olika skäl. Exempel på anledningar är: Höga flöden i ett vattendrag eller en sjö som leder till en ökad vattennivå, havsnivåhöjning, stora nederbörds mängder samt grundvatten som tränger upp från vattenmättad mark. Flöden från ett mindre, oreglerat vattendrag kan ofta vara mer problematiskt då dessa översvänningsförlopp sker snabbare och vanligen är dessa inte övervakade på samma sätt som ett reglerat större vattendrag. Översvänningsdirektivet är initierat av EU och ska genomföras med hjälp av att de olika EU-medlemsländerna systematiskt kartlägger översvänningshot och översvänningsrisker. Syftet är att kunna reducera och förebygga de ofördelaktiga konsekvenser som en översvämning kan innebära. MSB är ansvarig myndighet och utför arbetet i nära samarbete med berörda länsstyrelser. MSB har pekat ut 18 områden som ska omfattas av förordningen om översvänningsrisker (2009:956) där bland annat Örebro (Svartån), Lindesberg (Arbogaån), Uppsala (Fyrisån) och Stockholm (Mälaren, Tyresån och Oxundaån) ingår. Detaljerade riskkartor för varje område har upprättats av Västmanlands länsstyrelse och ur dessa kan bland annat information om vilka samhällsviktiga byggnader som påverkas av det beräknade högsta flödet utläsas (Länsstyrelsen, 2013).

Det är inte ovanligt att fjärrvärmeanläggningar ligger nära ett vattendrag, en sjö eller ett hav. Ett skyfall kan orsaka översvämning ifall dräneringar som samlar vatten från hårdgjorda ytor inte har tillräcklig kapacitet att forsla undan vattnet. Biobränsle lagras ofta på stora asfalterade öppna ytor och det är vanligt att flis och spån spills över ytor och vägar. Flis och spån kan forslas bort vid ett håftigare regn och kan orsaka att dräneringsledningar blir igensatta samtidigt som de asfalterade ytornas vatten inte kan sjunka undan (Energimyndigheten, 2009). Lågt liggande vägar, viadukter eller liknande kan göras ofarbara om de översvämmas, vilket skulle kunna hindra bränsletransporter in till verken. Även



en lägre vattennivå som inte påverkar byggnaderna kan få konsekvenser då olika anläggningsandelar kan ligga under marken, exempelvis olika pumpar och diverse elutrustning. Höga nederbördsmängder kan leda till en ökad risk för erosion och ras vilket kan orsaka att transportvägar in till fjärrvärmeanläggningarna görs svårframkomliga (Energimyndigheten, 2009). För anläggningar nära havet påverkas de, som tidigare nämnts, av att medelhavsnivån beräknas stiga (IPCC, 2007). Samtidigt sker en postglacial landhöjning i Sverige som är som störst vid Bottenvikskusten där den just nu höjs med en hastighet av en centimeter per år. Landhöjningen är som lägst vid Skåne där den är 0 cm per år (Lantmäteriet, 2014). Den svenska landhöjningen innebär att havsnivåhöjningen inte påverkar Sverige lika mycket som många andra delar av världen, men skillnaderna i hur stor påverkan blir är också stora inom landet.

#### 4.2.3.5 100-årsflöde

Angående översvämningar av sjöar och vattendrag nämns ofta olika tidsflöden såsom 100-årsflöden, 1000-årsflöden eller 10 000-årsflöden. Definitionen av ett 100-årsflöde är det högsta möjliga flödet under ett år som har sannolikheten 1 % att inträffa. Det är därmed inte säkert att ett 100-årsflöde inträffar inom hundra år, men det kan också ske flera gånger under ett sekel. Begreppet 100-årsflöde är dynamiskt då sannolikheten för det maximala flödet kan variera med tiden om nya förutsättningar uppstår, som exempelvis en ökad medelnederbördsmängd. Genom att använda definitionen av 100-årsflöde kan *Formel 1* härledas, vilken kan användas för att beräkna sannolikheten att inte drabbas av ett tidsflöde.

*Formel 1* 
$$S = 1 - \left(\frac{F-1}{F}\right)^t$$

Där F står för det valda tidsflödet (100-årsflöde ger F=100), S står för sannolikheten att drabbas av det valda tidsflödet och t står för under hur många år som undersöks. Sannolikheten att drabbas av ett 100-årsflöde i år är 1 % (t=1) och under en period om 100 år är det 63,4 % (t=100). På samma sätt kan sannolikheten för att drabbas av ett 10 000-årsflöde inom ett sekel beräknas till 0,995 %.

#### 4.2.3.6 Översvämning av Mälaren

Enligt en rapport från MSB finns det två sätt att reglera nivån i sjön Mälaren. Det ena är genom insatser med vallar och liknande medan det andra alternativet är att öka utsläppskapaciteten av vatten ut till havet, där det sistnämnda alternativet är att föredra. Enligt rapporten är Mälarens medelvattennivå +0,87 meter (uppmätt i Rikets Höjdsystem 2000). Ett 100-årsflöde motsvarar +1,9 meter och det teoretiskt högsta möjliga är +3,1 meter (innan vattnet rinner över dammtrösklarna). Det finns planer på att bygga om Slussen i Stockholm så att Mälarens avtappningskapacitet kommer att öka från dagens 800 m<sup>3</sup> per sekund till 2000 m<sup>3</sup> per sekund. Därmed kommer vattennivåerna enligt beräkningarna aldrig att överstiga 1,48 meter vid ett 10000-årsflöde, vilket kan ses i Tabell 1.

**Tabell 1:** Vattenstånd i Mälaren för några olika vattennivåer med eller utan utbyggnad av slussen baserat på uppmätta nivåer mellan 1976-2005 (MSB, 2012)

Flöde	Vattenstånd dagens situation	Vattenstånd efter utbyggnad av Slussen
Högsta uppmätta (dec 2000)	1,42	-
Medelvattennivå	0,87	0,87
100-årsflöde	1,86	1,28
1000-årsflöde	2,88	1,33
10 000-årsflöde	3,04	1,48

Källa: (MSB, 2012)

Det är viktigt att tillägga att beräkningen av dessa vattenstånd för olika tidsflöden görs med frekvensanalys. Denna metod är förenad med relativt stora osäkerheter, varför de olika beräknade vattenstånden kan ändras i takt med att nya data erhålls. Ju kortare dataserie desto större osäkerheter är inblandade, beräkningarna försvåras också om sjön är utsatt för nivåregleringar (Bergström et al.,

2006), vilket Mälaren är. I framtiden förväntas ökade nederbördsmängder, vilket kommer att påverka storleken av 100-årsflödet (Rummukainen, 2013).

Ombyggnationen av Slussen har varit kontroversiell och stött på motstånd bland allmänheten. Hela bygget är beräknat att ta omkring åtta år, men det är ännu oklart när arbetet verkligen sätter igång på grund av en del juridiska komplikationer (Sundström, 2013, Westling, 2014, Göransson, 2013). Det senaste beslutet i oktober 2014 är att den nya rödgröna majoriteten i Stockholm gör ett tidsbestämt uppehåll av projektet innan en ny utredning har gjorts (Sundström, 2014). När Slussen väl är ombyggd är det endast fyra till fem samhällsviktiga funktioner som hotas av en översvämning vilket inträffar på nivåer kring det nya 1000-årsvattenståndet. En försvärande omständighet i framtiden är att havsnivåökningen enligt beräkningar kommer att vara större än landnivåhöjningen i mitten av 2000-talet (kring 2050), vilket gör att nivåskillnaden mellan Mälaren och havet minskar. Detta leder till att Mälaren blir svårare att avtappa på vatten (MSB, 2012).

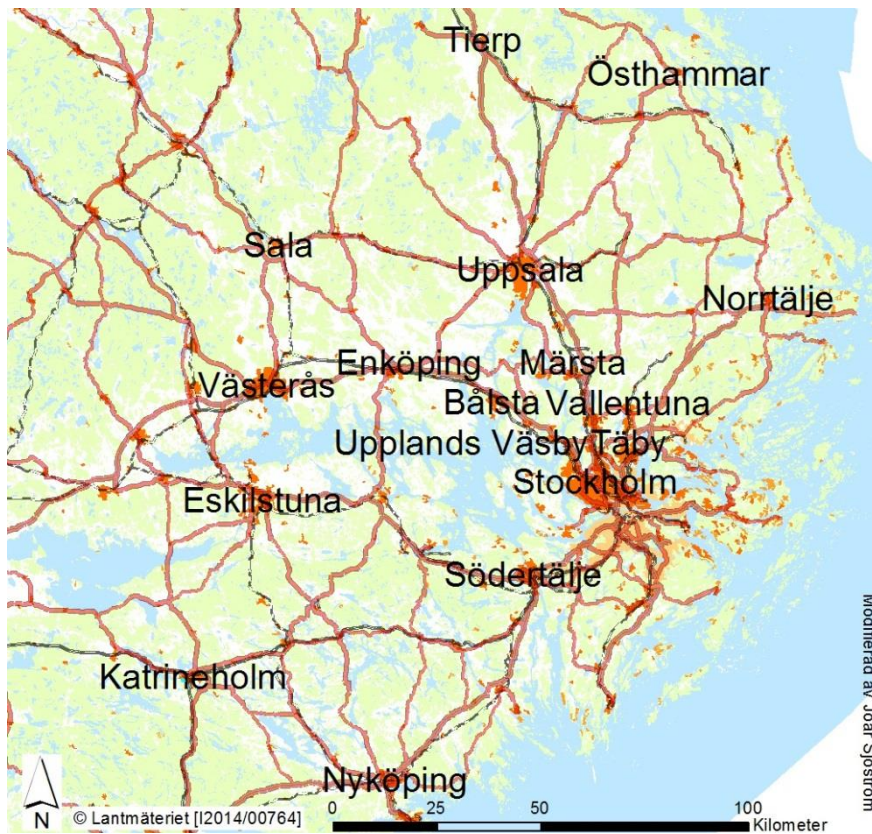
Sjöfarten på Mälaren skulle drabbas vid en rejäl översvämning (från +2,2 meter) då hamnar av riksintresse skulle hamna under vatten. Det har även tagits hänsyn till hur översvämmade vägar och järnvägar skulle påverkas, men inte i särskilt hög grad. Det är relativt korta sträckor av de större vägarna som hotas vid översvämning. Dock är det något längre sträckor som berörs av kategorierna ”tertiära länsvägar eller huvudgata i tätort” ”uppsamlingsgata i tätort” samt ”vägar utanför tätort” och de påverkas redan vid en vattennivå på +1,9 meter. Om vattennivån i Mälaren stiger till +3,1 meter visar MSB:s analys att 1,3 kilometer europaväg är översvämmad, 4 kilometer riksväg, 43 kilometer länsväg, 133 kilometer vägar i tätort samt 230 kilometer enskilda vägar och skogsbilvägar. Det finns fyra järnvägssträckor i Stockholmsområdet (samt en sträcka i Köping) som hotas vid en höjning av vattennivån på mellan +0,9 och +3,1 meter (MSB, 2012).

Ett vattenstånd på +3,1 meter skulle innebära allvarliga till katastrofala konsekvenser för 180 av 236 samhällsviktiga objekt (elcentraler, fjärrvärmeanläggningar, avloppsreningsanläggningar) enligt MSB. Av dessa är det 22 som tillhandahåller service för en större andel av befolkningen i den berörda kommunen. De här 22 objekten levererar huvudsakligen el, dricksvatten, avloppsrening och fjärrvärme och är i sin tur beroende av en eller två andra samhällsviktiga funktioner (MSB, 2012). i Stockholmsområdet påverkas två kommunala fjärrvärmeanläggningar ifall vattenståndet i Mälaren skulle stiga till en nivå av +1,4 till +1,5 meter. Ytterligare en fjärrvärmeanläggning skulle slås ut om vattennivån ökade till +1,7 meter, i Uppsalas fjärrvärmeanläggning är den kritiska nivån +1,4 meter. Vid den högsta uppmätta vattennivån år 2000 (+1,42 m) var det bara några centimeter ifrån att gamla stans tunnelbanesystem översvämmades (MSB, 2012).

## **5 Fjärrvärmeanläggningar i Mälardalsområdet**

### **5.1 Anläggningsbeskrivningar**

Tre anläggningar i varierande storlek har besökts och deras verksamhet beskrivs i detta avsnitt. Detta i ett försök att åskådliggöra hur hanteringen normalt sker för en fjärrvärmeanläggning och visa skillnader mellan de olika storlekskategorierna som undersökts. Vad som åsyftas med begreppet Mälardalsområdet är inte helt definierat, men det geografiska området ryms ungefär inom *Figur 5*.

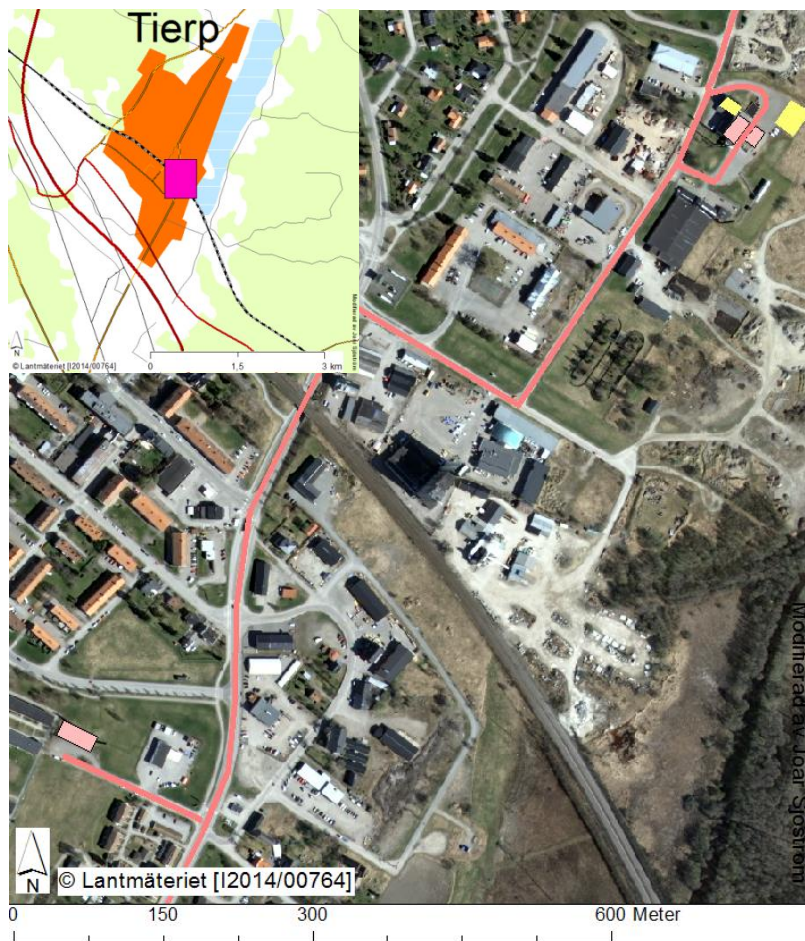


**Figur 5:** Karta över Mälardalsområdet där de olika besökta anläggningarna finns med

### 5.1.1 Tierps fjärrvärme AB i Tierp

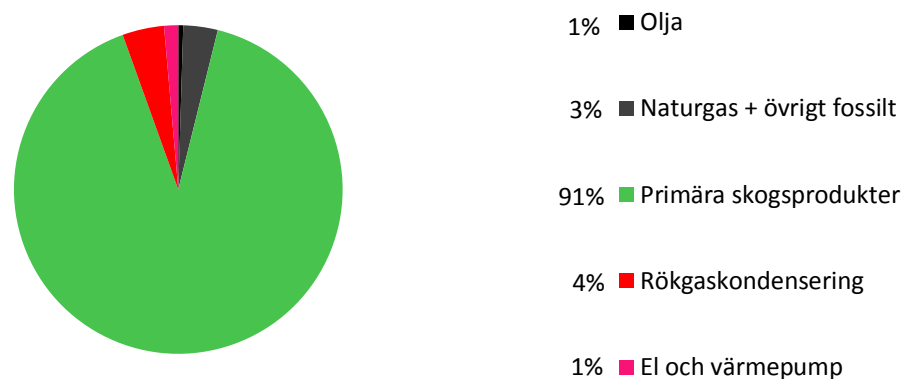
#### 5.1.1.1 Om företaget och anläggningarna i Tierp

Tierps Fjärrvärme AB är ett kommunalägt bolag med fyra anställda som har fjärrvärmeverksamhet i Tierps kommun där de ansvarar för fjärrvärmen i orterna Tierp och Örbyhus, samt närvärme i Karlsholmsbruk. I *Figur 6* visas ett ortofoto över delar av Tierps tätort och var de olika anläggningarna i Tierp befinner sig.



**Figur 6:** Modifierat ortofoto över delar av Tierps tätort där fotot representerar det lila området i översiktskartan uppe till vänster. I ortofotot finns anläggningen Västra Tämnavägen i nedre vänstra hörnet och anläggningen Vallskogavägen finns på högra sidan där den ljusrosa färgen representerar anläggningar och den gula är olika bränslelager.

I Tierp finns två olika anläggningar med totalt nio olika pannor för uppvärmning. Tierps Fjärrvärme värmer näst intill samtliga flerbostadshus i Tierps tätort samt de flesta offentliga byggnader och även en del små villor. Historiskt sett har olika typer av bränsle använts, men sedan 1997 har bränslet huvudsakligen varit skogsflis. År 2012 stod fossila bränslen för knappt 4 %, vilket redovisas i *Figur 7*, där den övervägande delen bestod av gasol. År 2013 tillfördes 53,9 GWh energi till Tierps nät vilket ger en snitteffekt om 6,2 MW utslaget på årets alla timmar. Maxbelastning på nätet ligger omkring 20 MW levererad fjärrvärme.



**Figur 7:** Bränslefördelning av tillförd energi för Tierps fjärrvärmenät år 2012



I slutet av år 2014 (vecka 51) togs två nya pelletspannor i bruk och ersatte de två tidigare använda gasolpannorna där en av gasolpannorna konverterades till oljeförbränning och utgör numera en reservenhet. Detta på grund av att vid avbrott i elförsörjningen tillåts inte Tierps fjärrvärme att använda sig av flis- eller pelletspannorna. Det är tekniskt möjligt, men det saknas tillstånd för detta. Till den största flispannan finns rökgaskondensering installerad som ger 1 MW vid normal drift, men funktionaliteten sjunker markant då det är kallare än några minusgrader. I Tabell 2 nedan redovisas samtliga pannor som används av Tierps fjärrvärme i tätorten Tierp.

**Tabell 2:** Tierps fjärrvärmes anläggning i Tierp med värmeeffekter, hur de olika pannorna används samt då de olika pannornas först togs i bruk. Rökgaskondensering står separat för den största flispannan.

Anläggning/panna	Effekt [MW]	Körsätt	År
<i>Vallskogavägen</i>			
Flispanna	6+1	Baslast	1997
Flispanna	4	Baslast och spets	2006
Pelletspanna	4	Spets	2014
Pelletspanna	4	Spets	2014
Elpanna	4	Reserv och spets	1985
Konverterad gasolpanna	2	Reserv	1988/2015
<i>Västra Tämnavägen</i>			
Oljepanna	4	Reserv	1975
Oljepanna	4	Reserv	1975
Oljepanna	4	Reserv	1975

En flygbild över anläggningen vid Vallskogavägen där byggnaden med det spetsiga taket i förgrunden är bränsleladan visas i *Figur 8*. Den största rektangulära byggnaden rymmer den största av flispannorna och den något mindre rektangulära byggnaden längre upp i bilden innehåller den mindre flispannan. Däremellan ligger lastbilsvägen och lite till vänster (nästan helt dolt i bilden) ligger tippfickan och överst i bild ses det öppna bränslelagret. Elpannan och den konverterade gasolpannan ligger precis utanför bilden, men längst till höger kan den kvarvarande gasoltanken skimras. I *Figur 9* visas reservanläggningen vid Västra Tämnavägen från utsidan.



**Figur 8:** Flygbild tagen från väster över anläggningen vid Vallskogavägen i Tierp. Utförligare beskrivning och förklaring i texten. Ingen exakt skala kan anges, men hela bredden på bilden motsvarar i storleksordning ungefär 100 meter. De nya pelletspannorna med tillhörande silor för lagring finns inte med i figuren, men finns numera på platsen till höger i/utanför ovanstående figur. Bildkälla: Tierps Fjärrvärme AB



**Figur 9:** Anläggningen vid Västra Tämnavägen. Inne i den röda byggnaden finns de tre oljepannorna respektive de två oljetankarna. Bilden är tagen på den södra delen av byggnaden. Bildkälla: Joar Sjöström

#### **5.1.1.2 Bränsleleveranser och leveranssäkerhet**

Tierps fjärrvärme får sin flis mestadels från företagen Stora Enso och HA recycling men flis kommer även från lokala, mindre leverantörer. Det kommer omkring 20 lastbilslass i veckan, men om det är kallt kan det vara något fler. Majoriteten av all flis tas från närområdet inom en radie av 5-6 mil. Långt ifrån allt bränsle tar vägen via E4, men från E4 finns det flera vägar in till anläggningarna och till Vallskogavägen är avståndet knappt 4 kilometer (något kortare för Västra Tämnavägen). Vid anläggningen vägs lastbilen och fukthaltsprov tas för att kunna skatta vilket energiinnehåll lasset har. Lasset tippas antingen direkt i tippfickan som rymmer omkring 150 m<sup>3</sup>, alternativt tippas det av på den öppna asfaltsytan i anslutning till anläggningen och slutligen vägs lastbilen igen. Normalt sett kommer inga bränsletransporter över helgen, men numera finns det möjlighet för lastbilarna att leverera även under nattetid. Tierps fjärrvärme har en leveransplan som de har gjort upp med leverantörerna. Denna plan korrigeras efterhand. I planen är det fastställt hur många lass som ska levereras per vecka. Ibland kan leveranserna komma stötvis, om ett antal lass har beställts till en viss vecka kan leverantörerna koncentrera körningarna till början av veckan. Detta vållar inga problem då mottagningskapaciteten är hög.

Var femte vecka har de anställda jour (de hyr även in jourtjänst) vilket innebär att den jouransvarige måste åka ut och vara på plats inom en halvtimme, om det går något larm under nätterna eller under helgen (journen gäller anläggningarna i Karlholmsbruk och Örbyhus också). Vanligtvis åker jouransvarig ut till anläggningen och gör en okulär besiktning under helgen, även om det inte gått något larm. Larm går normalt sett någon gång i veckan, men det är (oftast) inga svårigheter att rätta till. Det kan bland annat vara att en isklump, sten eller något annat oönskat material gjort att systemet fastnat, vilket lett till att förbränningspannorna fått slut på bränsle. Ibland kan bränsleleveranser strula, men det har inte utgjort något problem hittills utan leveranserna fungerar mestadels utan några besvär. Olja kommer med tankbil och fylls på vid behov, vilket kan variera mycket. För närvarande har lagret inte fyllts på någon gång under det gångna året (december 2014).

#### **5.1.1.3 Lagerhantering**

Flisen tippas ner i tippfickan och transporteras via en skraptransportör till bränsleladan. Från bränsleladan transporteras flisen till de olika förbränningspannorna via en annan skraptransportör. Flisen lagras i första hand i bränsleladan som rymmer 900 m<sup>3</sup>, vilket räcker för omkring fem dygns full drift om ingen ytterligare tillförsel sker. Vid anläggningen finns också en asfalterad yta där det

finns överkapacitet för mottagning av bränsle, den kan rymma i storleksordningen 20 lass. I slutet av varje vecka försöker Tierps fjärrvärme att ha bränsleladan fylld inför helgen. Träpellets transporteras via bulkbil och förvaras i två silor om 189 m<sup>3</sup> styck där pelletsen blåses upp. Pellets lagret räcker 5-6 dygn om pannorna behöver köras på full effekt och lagret är helfyllt. För närvarande finns bara en leverantör av pellets som levererar från två fabriker i Norberg (13 mil) respektive Främlingshem (5 mil). På Västra Tämnavägen finns två oljetankar inomhus om 150 m<sup>3</sup> vardera vilket gör att de tre oljepannorna vid anläggningen kan fungera på full effekt i över tio dygn om oljelagret är fyllt. Under hela år 2012 användes omkring 25 m<sup>3</sup>. Dock är den sammanlagda effekten från de tre oljepannorna 12 MW och maxbelastning är ända upp till 20 MW.

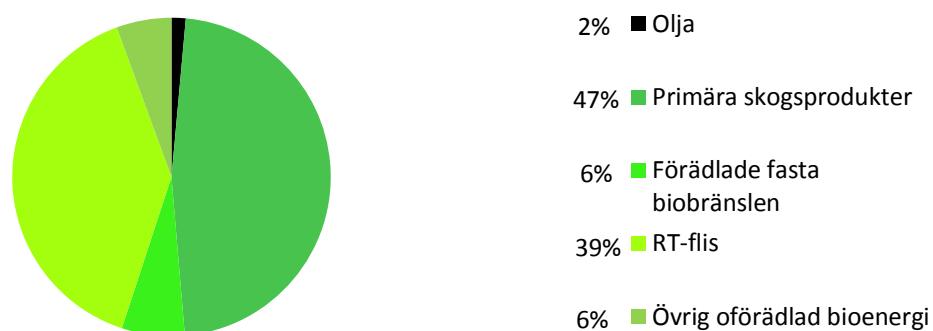
#### 5.1.1.4 Sammanfattning

I Tierp finns två mindre anläggningar där skogsflis och rökenskondensering tillsammans står för 95 % av energitillförseln. Bränslet transporteras uteslutande med lastbil från närområdet. 2003 stod fossila bränslen för 19 % av energin i Tierps fjärrvärmenät för att sedan dess minska till 7 % år 2006 (Statistik från Svensk fjärrvärme) och ytterligare utfasning i slutet av 2014. Effektkapaciteten är mycket god och Tierp klarar av ett bortfall av de fyra största pannorna även under maxbelastning, vilket innebär att N-1 kriteriet uppfylls med god marginal. Energikapaciteten är även den god och lagret räcker vanligtvis 5 dygn om ytterligare bränsletillförsel skulle hindras. Sannolikheten att fjärrvärmeleveranser skulle utebli på grund av effekt- eller bränslebrist under någon längre period är liten.

### 5.1.2 ENA Energi AB i Enköping

#### 5.1.2.1 Om företaget och anläggningarna i Enköping

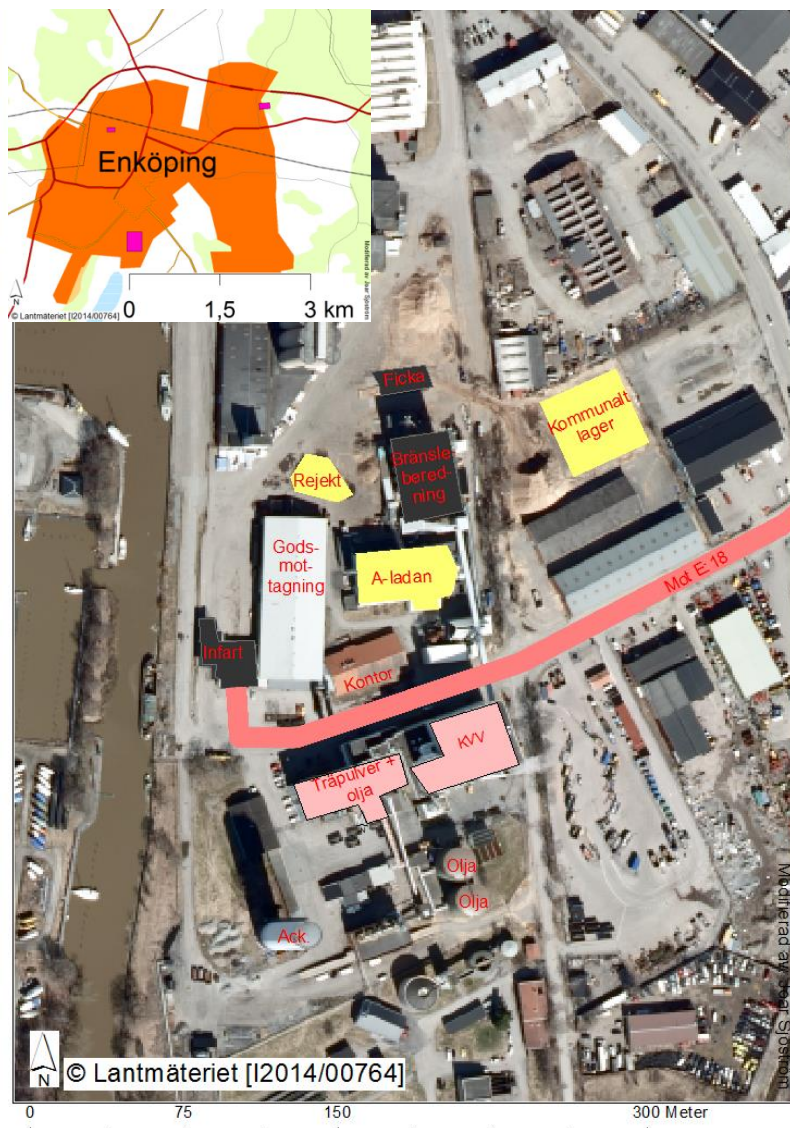
ENA Energi AB är ett kommunalägt aktiebolag i Enköping med ungefär 35 anställda och bolaget grundades 1972. ENA energi levererar fjärrvärme till ungefär 96 % av byggnaderna i Enköpings tätort. För sin fjärrvärmeproduktion används i huvudsak RT-flis och skogsflis och ungefär 1,5 % fossila bränslen (år 2012) vilket kan utläsas i *Figur 10*. Totalt tillfördes 376 GWh bränsle till fjärrvärmenätet i Enköping, vilket ger ett snitt på 43 MW sett över hela året. Maxlasten levererad värmeeffekt ut på fjärrvärmenätet ligger omkring 96 MW.



**Figur 10:** Fördelning av tillförd energi till ENA energis anläggning i Enköping baserat på Svensk fjärrvärmes uppgifter från 2012.

Den största anläggningen är det biobränsleeldade kraftvärmeverket ("KVV" i *Figur 11*) som körs hela året utom en tid under sommaren för underhållsarbete. Ackumulatortanken ("Ack." i *Figur 11*) kan rymma 325 MWh värme och leverera 25 MW och den används ofta för att jämna ut effektbelastningen på biobränslepannan. Under vardagarna fylls den på för att sedan användas under helgen då kraftvärmeverket går ner i både el- och värmeproduktion. Träpolverpannan används på sommaren då kraftvärmeverket ska underhållas, men fungerar också som reserv och spetslastanläggning. Det finns två oljeeldade hetvattenpannor med en gemensam skorsten precis bredvid träpolverpannan. Olja till dessa lagras i två oljecisterner, som står i närheten av pannan och det går att elda oljepannorna både med bioolja och fossil olja.





**Figur 11:** Ortofoto över ENA Energis kraftvärmeanläggning i Enköping. KVV står för kraftvärmeverk och i A-ladan lagras det flisade bränslet. Utförligare beskrivning och förklaring i texten. Ortofotot utgör den största lila rektangeln i utzoomningen uppe till vänster i bild. Den lila rektangeln till höger är anläggningen Stenvreten och den lila rektangeln uppe till vänster är anläggningen Tjädern.

Vägen in till anläggningen är en allmän väg och det är inte ovanligt med cyklar och andra trafikanter, vilket kan anses som mindre lämpligt då ENA energi behöver tung trafik på samma väg. ENA energi har även upplevt problem med ungdomar som uppehållit sig på platsen under kvälls- och nattetid och kör sina fordon i hög hastighet och skräpar ned på området.

Det förs diskussioner hos kommunen om att flytta hela verksamheten hos ENA energi till ett område längre ifrån centrum. En flytt skulle kunna ge tillgång till tågleveranser och kommunen vill kunna bygga attraktiva bostäder i området kring kraftvärmeverket.

I Tabell 3 redovisas bland annat maximal effekt och användningssätt för samtliga pannor som ENA energi använder i Enköping.



**Tabell 3:** ENA energis anläggningar med värme- respektive eleffekt samt hur de olika anläggningsdelarna används

Anläggning	Effekt	Användningssätt
<i>ENA Energi</i>		
Biobränsleeldat kraftvärmeverk	55 MW värme 24 MW el	Baslast, körs nästan hela året. Revision på sommaren
Träpolvereldad hetvattenpanna	22 MW	Spets (körs då det är kallare än -6 °C) och under revisionen
2 st. Oljeeldade hetvattenpannor	25 MW/50 MW	Spets (körs då det är kallare än -12 °C)
Elpanna	36 MW	Reserv
Akkumulator	25 MW/325 MWh	Under uppvärmningssäsongen
<i>Stenvreten</i>		
Oljeeldad hetvattenpanna	10 MW	Reserv
Rötgas från soptipp	0,2 MW	Kontinuerligt
<i>Tjädern</i>		
2 st. Oljeeldade hetvattenpannor	2 x 11,5 MW	Reserv
Totalt	246,2 MW	

#### 5.1.2.2 Bränsleleveranser

Bränslet in till anläggningen tas enbart in via lastbil och kommer från tioalet leverantörer där den största leverantören har en andel kring 40 %. När det är som kallast kommer det ungefär 135 lastbilar i veckan och vanligtvis tas inga lastbilar emot under helgerna. Det finns två avfarter från E:18 för att ta sig till anläggningen där den närmsta vägen är cirka 3 km lång, men den vägen är inte lämplig för stora lastbilar. Den väg ENA energi vill att leverantörerna ska använda har drygt 7 kilometer till E:18 och går bland annat förbi en tunnel med fri höjd. Det finns även en annan väg, som ibland används av vissa leverantörer, då den är närmare men den går förbi Enköpings lasarett. ENA energi har ombett chaufförerna att ta den längre vägen av hänsyn till bland annat lasarettet.

Det färdigflisade bränslet körs in via infarten där det finns en våg för lastbilar. Innehållet vägs och tippas sedan av i den 300 m<sup>3</sup> stora bunkerfickan ("Ficka" i *Figur 11*) som kan rymma 2-3 lastbilslass beroende på bulkdensitet. Efter att ha tippat bränslet åker lastbilen ut samma väg och vägs återigen på vägen ut ur anläggningen. För pellets lastas det av med lastmaskin i pelletsladan ("Godsmottagning" i *Figur 11*). Då det är aktuellt att pelletspannan ska användas mycket (under sommaren och då det är som kallast) eftersträvas jämna leveranser av pellets. I pelletsladan lagras idag (början av december) 1000 ton pellets samt det som finns i silor som totalt rymmer 400 ton. Detta motsvarar ungefär 6750 MWh om det antas att 1 ton pellets motsvarar 4,82 MWh värme (Strömberg and Svärd, 2012).

#### 5.1.2.3 Lagerhantering och leveranssäkerhet

Leverantörerna väljer varifrån bränslet hämtas där de flesta tar det från närområdet, men det förekommer även leverantörer som importerar från bland annat Norge. ENA energi försöker välja leverantörer som använder sig av bränsle mestadels från närområdet.

Från bunkerfickan transporteras bränslet via en täckt elevator in till bränsleberedningen där det renas från metaller och andra oönskade material med hjälp av bland annat magnetavskiljare. Därifrån matas bränslet sedan in med en täckt elevator i bränslehallen, "A-ladan", som rymmer omkring 7500 MWh när den är fylld, vilket den normalt är inför helger. Detta värde är baserat på erfarenhet och schablonberäkningar, men kan variera något beroende på bland annat bränslekvalitet och då främst fukthalt. 7500 MWh räcker teoretiskt sett för att leverera 117 MW i snitt över en helg utan annan tillförsel av bränsle (från fredag kl. 16 till måndag kl. 8). Detta kan jämföras med maximalbelastning

som är 96 MW (som normalt endast sker under kortare tid) eller snitteffekten på 43 MW. Från bränslehallen transporteras bränslet med elevator direkt in till pannan i kraftvärmeverket. Bränslebitar över en viss storlek avskiljs innan de går in i pannan och hamnar på ”rejekt” eftersom pannan inte är avsedd för bränsle av den storleken. Bränslet som hamnar på rejekt samlas upp i en hög och krossas sönder till mindre bitar och körs in i systemet igen. Denna sönderdelning sker ungefär var femte vecka då även andra material från ENA energis verksamhet kan flisas upp (trasiga lastpallar etc.).

Det finns ett bränslelager (”Kommunalt lager” i *Figur 11*) där en mindre mängd flisbart material förvaras öppet. Det är främst kommunen och Vägverket som tippar material där, men även andra instanser såsom Försvarsmakten kan transportera material dit, dock inga privata aktörer. Det finns även en terminal i Stenvreten som ligger några kilometer ifrån anläggningen ENA energi där det lagras 25-35 GWh bränsle i form av rundved som ligger som reservbränsle. Detta lagras på en öppen yta och skulle ensamt räcka ungefär tre veckor när det är som kallast. Detta lager är dyrt att utnyttja då det krävs transport av bränslet via lastbil cirka nio kilometer, samt inhyrande av en mobil flishugg. Det går inte att lagra RT-flis på den terminalen då lättflyktiga delar av bränslet riskerar att blåsas bort och terminalen ligger mitt i Enköping, vilket inte är någon optimal lagerplats i det avseendet.

Stenvreten och Tjädern är två reservanläggningar som ligger i Enköping där olja kan förbrännas. De testkörs vanligtvis en gång i månaden, men används sällan i den ordinarie värmeproduktionen. Vid kraftvärmeverket finns två stora oljecisterner om 3000 m<sup>3</sup> vardera (”Olja” i *Figur 11*) där totalt omkring 1500 m<sup>3</sup> fossil olja lagras då det är uppvärmningssäsong. Från dessa cisterner kan oljan sedan transporteras ut vid behov. Om de två oljepannorna vid kraftvärmeverket skulle behöva gå på full effekt (75 MW) skulle oljelagret räcka i mer än en vecka, men att elda olja är inget som önskas av både miljömässiga och ekonomiska skäl. I dagsläget (december 2014) planerar ENA energi att använda sig av elpannan istället för oljepannorna vid ett planerat driftsstopp på grund av de låga elpriserna. Elpriserna påverkar också hur mycket el som produceras och det händer att lönsamheten är så låg att ångan inte körs genom turbinen utan körs till en värmeväxlare för att istället få ut mer värme.

#### **5.1.2.4 Sammanfattning**

ENA energi AB får bränsleleveranser från flera olika leverantörer och har god lagerkapacitet men förlitar sig till enbart lastbilstransport. Även några av reservanläggningarna är beroende av fungerande lastbilstransporter. ENA energi har inga egna lastbilar vilket skulle kunna stärka kontrollen över bränslelogistiken. Om lastbilstransporterna fungerar är risken liten för utebliven värmeproduktion på grund av bränslebrist. Lagret av färdigflisad skogsflis räcker för några dagar beroende på väderlek men om inte flislogistiken fungerar finns det många alternativ. Ackumulatortanken används i hög utsträckning och är fylld inför helger vilket utgör en stor effektreserv. Utöver ackumulatortanken finns det lager av rundved som kan hämtas, en träpulverpanna, en elpanna samt olika oljepannor som kan användas på full effekt under lång tid. Det ska dock nämnas att det är sällan som det råder brist på flis i anläggningen.

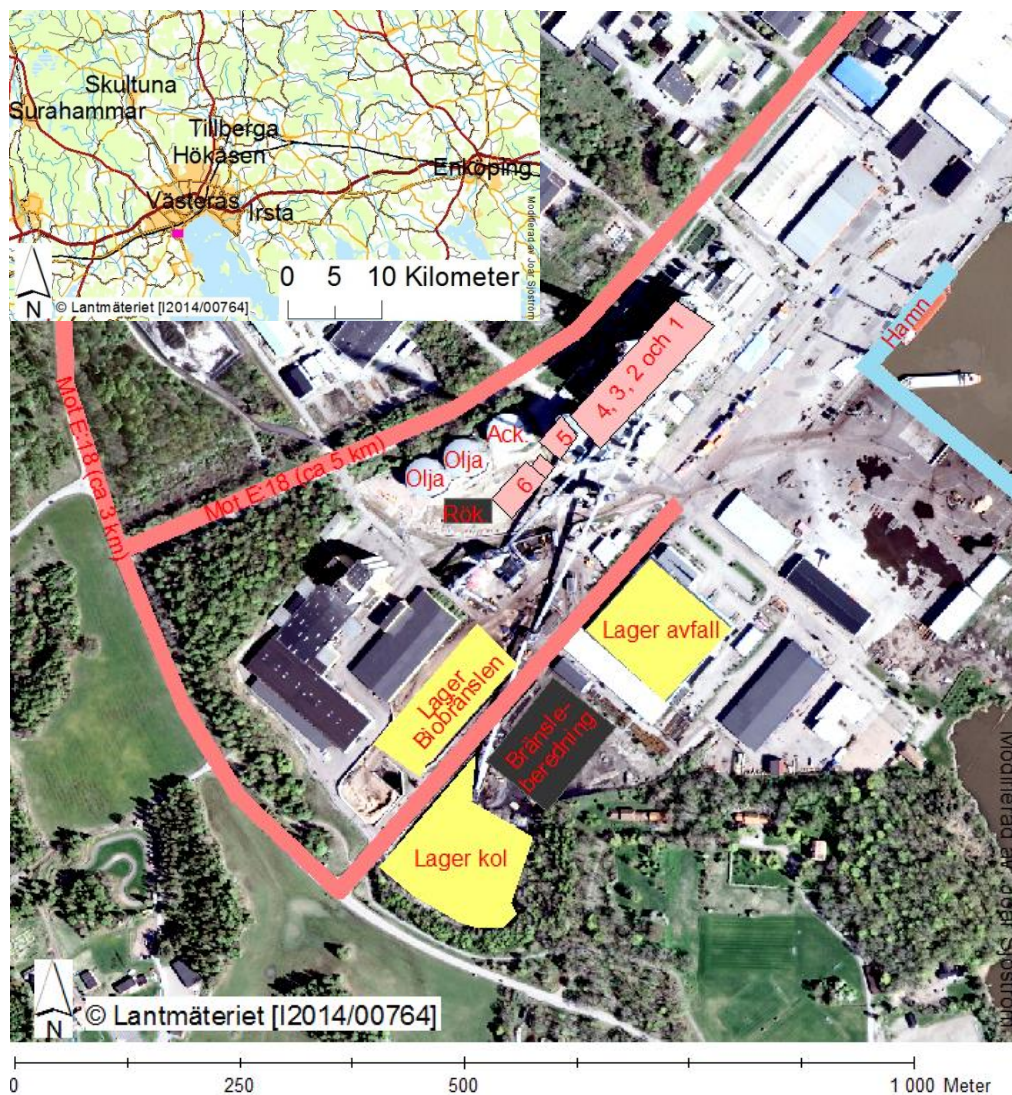
ENA energi klarar av att leverera maximal effekt med god marginal om den största pannan går sönder. De skulle till och med klara förlust av flera pannor samtidigt och har därmed en god effektreserv. Därmed uppfyller de N-1kriteriet på produktionssidan med god marginal. Detta mycket tack vara gamla oljepannor som inte används ofta men finns kvar för att trygga leveranssäkerheten av fjärrvärme.

Det finns alltid mer eller mindre sårbara punkter i ett stort system som ENA energis fjärrvärmesystem och det är omöjligt att komma ifrån detta faktum, men ENA energi kan hantera stora störningar av varierande slag.

## 5.1.1 Mälarenergi AB i Västerås

### 5.1.1.1 Om företaget och anläggningen i Västerås

Mälarenergi AB är ett kommunalägt bolag med fjärrvärmeverksamhet i Surahammar, Kungsör och Västerås. Den största anläggningen är belägen i Västerås och den värmer 98 % av Västerås tätort. *Figur 12* och *Figur 13* visar anläggningen i Västerås.



**Figur 12:** Modifierat ortofoto av Mälarenergis kraftvärmeanläggning i Västerås. Siffrorna i figuren representerar block (panna, turbin och generator) eller panna. Utförligare beskrivning och förklaring i texten. I övre vänstra hörnet finns en översiktbild över Västerås där det rosalila området motsvarar det område som ortofotot täcker





**Figur 13:** Bild tagen norrifrån på Mälarenergis kraftvärmeanläggning i Västerås. Den grönvitrutiga byggnaden är panna 6, den blå snett ner till vänster är panna 5 och den vita stora byggnaden, som ryker från skorstenen, är block 1 – 4. Cisternerna till höger om panna 6 är en hetvattenackumulator respektive två oljecisterner. Byggnaden med det gröna Sedumtaket (Sedum är en typ av fetknoppsväxt) är bränsleberedningen och hamnen finns till vänster strax utanför bilden. Bildkälla: Mälarenergi AB

Mälarenergi har nyligen gjort förändringar och byggt nya anläggningar (block 6, bränsleberedning och avfallslager) varför ortofotot i *Figur 12* inte till fullo stämmer överens med verkligheten. Vid anläggningen finns fem stycken block och en panna (med block menas panna, turbin och generator), olika bränslelager (olja, biobränsle, avfall samt kol), rökgasrening, ställverk med mera. Block 1 och 2 är reserv och spetslast och använder sig av kol som bränsle. Block 3 kan bara använda fossil olja och fungerar som reserv- och spetslast. Block 4 kan använda sig av olika bränslen såsom kol och torv, men är just nu tagen ur drift och är tills vidare (sedan starten av block 6) ”lagd i malpåse”. Panna 5 är den största pannan och förbränner biobränslen, vilken tillsammans med block 6 står för basproduktionen av värme. Det nya block 6 använder sig av avfall för sin kraftvärmeproduktion.

Den högsta effekt som har efterfrågats i nätet var 660 MW medan den totala effekt som kan produceras är drygt 1100 MW (inklusive panna 4), vilket kan utläsas ur Tabell 4. Mälarenergi tror att efterfrågad fjärrvärme kommer att minska i framtiden i och med ökande utomhustemperaturer och byggnadseffektiviseringar. Under 2012 tillfördes 2675 GWh energi till fjärrvärmenätet i Västerås vilket ger en snitteffekt på 305 MW, utslaget på årets alla timmar. De olika blocken är namngivna i kronologisk ordning varför block 6 är det nyaste (från 2014) och block 1 och 2 de äldsta (de är från början likadana och byggdes år 1963). Block 1, 2, 3 och 4 har samma skorsten som är 156,6 meter och byggdes 1969. Hamnen som ligger i direkt anslutning till anläggningen ägs av det kommunala bolaget Mälarhamnar AB.

**Tabell 4:** El- och värmeproduktion för block och pannor hos Mälarenergis kraftvärmeanläggning i Västerås (rökgaskondenseringen står separat i panna 5 och block 6)

Block/Panna	Elproduktion [MW]	Värmeproduktion [MW]
1	40	100
2	40	100
3	220	365
4	155	250
5	45	130+40
6	50	100+30

Block 6 har börjat användas under 2014 och vid full drift kommer bränslefördelningen för ett normalår att vara ungefär 49 % avfall, 47 % biobränslen samt 4 % annat (främst kol). År 2012, innan block 6 var färdigt, stod kol för 49 % av den tillförda energin enligt Svensk fjärrvärmes statistik.

#### **5.1.1.2 Bränsleförsörjning**

Biobränsle tas främst från närområdet och körs då med lastbilar även om det importerar en mindre andel returträ också. Från E:18 finns det minst två vägar in till anläggningen, för samtliga vägar måste en bro eller en viadukt över järnvägen korsas där den kortaste vägen mellan E:18 och anläggningen är cirka 3 kilometer lång. På anläggningen vägs lastbilarna och bränslet kvalitetskontrolleras för att sedan tippas vid lagret för biobränslen i de olika högarna beroende på biobränslesort. Det finns också möjlighet att ta emot bränsle via tåg men denna möjlighet nyttjas inte i dagsläget.

Ungefär 20 % av avfallet kommer från närområdet och transporteras med lastbil. Mälarenergis målsättning är att hälften av avfallsbränslet ska komma från närområdet i framtiden. Omkring 80 % av avfallsbränslet till Mälarenergi i Västerås kommer in via Södertälje sluss och tas sedan emot av Mälarhamnar AB där allt som kommer via båt är importerat. Det importerade avfallet kommer huvudsakligen från England, Irland och Skottland. Båtarna lossas med Mälarhamnars kranar och sedan tar dumprar och kör avfallet till ballagret. Från ballagret transporteras sedan avfallet med dumprar till bränsleberedningens intagsbunker för beredning.

I den nybyggda bränsleberedningen tas avfallet emot (480 000 ton per år) där det genomgår en modern process. Avfallet sönderdelas av tre stora krossar, renas från metall, glas, sten och andra oönskade material och transporteras till RDF-bunkern (Refused Derived Fuel). Från RDF-bunkern transporteras bränslet via ett rörband (en form av täckt elevator) till pannan. Det finns möjlighet att från RDF-bunkern ta ut bränsle och bala det för att ha som reserv i ballagret. Ballagret kan rymma som mest ungefär 7 båtslaster balat bränsle. Under bränsleberedningen befinner sig bränslet i stora bunkrar där det blandas kontinuerligt för att homogeniseras och för att undvika en för hög värmeutveckling.

#### **5.1.1.3 Lagerhantering och leveranssäkerhet**

De bunkrar som används vid bränsleberedningen fungerar också som ett buffertlager. Om dessa är fulla med avfall räcker bränslet till 5-6 dagars full drift utan andra tillskott. Det totala lagret av avfall räcker mellan 10-12 dagar vid full drift. Balarna som balats i bränsleberedningen måste dock igenom bränsleberedningen igen för att kunna förbrännas. Mälarenergi har som målsättning att det avfall som lastas av maximalt ska befinna sig i Västerås i tre veckor innan det förbränns, bland annat för att undvika luktproblem.

Från de olika högarna vid biobränslelagret tas bränslet med lastmaskin och transporteras i cirka 200 meter till en skruv som förser panna 5, alternativt lagersilon till panna 5, med bränsle. Biobränsle till panna 6 direktinmatas via dumprar. Lastmaskinerna körs i två skift för att förse panna 5 med bränsle, med beredskap även för panna 6. För att förbränningspannorna ska fungera optimalt krävs en bra blandning med avseende på bland annat fukthalt och partikelstorlek varför flera olika bränslen används (bark, GROT, sågspån, torv osv.) i panna 5. Biobränslelagret räcker normalt för lite mer än ett dygns förbrukning om inget tillskott kommer. Lagerkapaciteten är dock högre varför det går att ha åtminstone tre-fyra dagars förbrukning i lager. Kol finns i lager för mer än en hel säsong normalförbrukning och tallbecksolja finns i lager för att klara de spetslastbehov som föreligger under ett normalår. Fossil olja till block 3 finns för 175 timmars full drift då det åtgår 64m<sup>3</sup>/h.

Mälarenergis antal bränsleleverantörer är stort (15-25) både för avfall och biobränslen. Anledningen till detta är för att Mälarenergi avser att inte bli för beroende av en enskild leverantör och på detta vis sprids riskerna ut och totalt sett ökar leveranssäkerheten. Mälarenergi har tackat nej till några utländska avfallsleverantörer som inte har skött sina avtalade kontrakt (bristande avfalls kvalitet bland annat) och har inte haft några problem med att avtala med nya leverantörer.

Även om bränsleleveranser uteblir under en längre tid har Mälarenergi den i Sverige ovanliga möjligheten att använda sig av kol som bränsle. En av fördelarna med kol som reservlager är att detta

bränsle inte förlorar särskilt mycket i energivärde på att lagras längre tidsperioder och det är därför möjligt att sälja det för samma pris som inköpskostnad (beroende av hur kolpriset förändras och transportkostnader) när det inte längre finns någon användning för kolet.

Mälarenergi har också möjlighet att förbränna fossil olja och om olja skulle förbrännas maximalt skulle oljelagret räcka till en dryg veckas drift. Det finns också en hetvattenackumulator på 25 000 m<sup>3</sup> som ytterligare reserv. Detta kräver dock att den har förberetts, det vill säga att vattnet i den har värmts upp innan effekt- och/eller energibehovet uppstår. Ackumulatortanken fungerar bra för att jämna ut effektvariationer. Block 3 ligger som en betydande värmereserv med sina 400 MW vid direktvärmardrift. Vid direktvärmardrift kondenseras ångan från pannan i en värmeväxlare, där fjärrvärmen går på ena sidan och ångan på den andra, istället för att låta ångan gå genom turbinen för att producera el.

#### **5.1.1.4 Sammanfattning fjärrvärme i Västerås**

Västerås har, just nu, världens största avfallsförbränningsanläggning, vilket kräver en väl planerad logistik. Mälarenergi kan använda sig av flera olika transportsätt, har ett stort antal leverantörer, goda reservlager och mångårig erfarenhet av fjärrvärme. Fossila bränslen har fram tills väldigt nyligen varit ett betydande inslag i bränsleanvändningen, men har minskat kraftigt redan idag och enligt Mälarenergis målsättning kommer fossila bränslen att vara helt utfasade i Västerås år 2020. Ett lager av biobränsle för endast ett dygns förbrukning innebär att ett ständigt flöde av biobränsle måste tillföras. Dock finns det många alternativ om biobränsleleveranserna plötsligt skulle få några problem.

Det finns alltid mer eller mindre sårbara punkter när ett sådant här stort och komplext system analyseras och det är omöjligt att komma ifrån detta faktum. Mälarenergi AB har tagit hänsyn till stora och skiftande typer av störningar. Därmed inte sagt att Mälarenergi anser att anläggningen är komplett och saknar utvecklingsmöjligheter, de arbetar kontinuerligt med att utveckla och förbättra sin verksamhet.

## **5.2 Sammanställning av intervjuer**

### **5.2.1 Inledning**

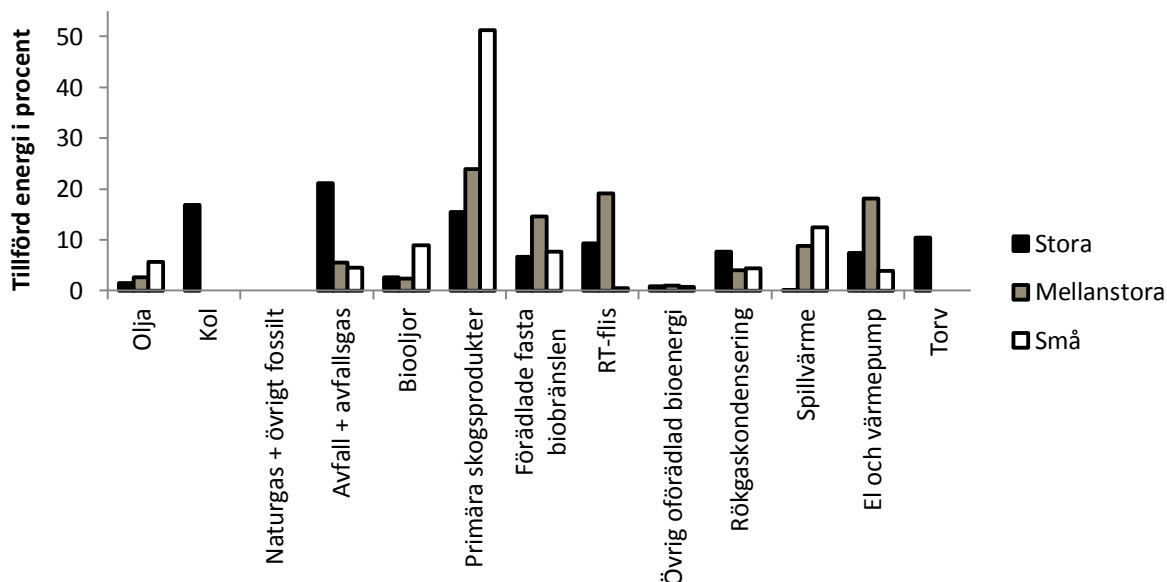
Ett antal frågor ställdes till ansvariga för bränsleförsörjningen för olika fjärrvärmenät och det är de intervjuades svar som redovisas. Hur dessa intervjuer gick tillväga kan läsas i avsnitt 2 och vilka frågor som ställdes kan ses i bilaga 9.2. De intervjuade näten delades in i tre grupper: Stora nät (>1500 GWh tillförd energi år 2012), Mellanstora nät (200 > 1500 GWh) och Små nät (<200 GWh). Ibland används också termen ”Mindre nät” och då avses Mellanstora och Små nät. De olika intervjuade fjärrvärmenäten skiljer sig markant åt vad det gäller storlek på värmeproduktion. Varje enskilt nät av de allra största producerar mer än dubbelt så mycket som de tio minsta näten gör tillsammans. Trots denna variation av storlek är det många problemställningar hos fjärrvärmenäten som också är likartade. Sammanställningen i avsnitt 5.3 grundar sig på de givna svar som erhållits under de olika intervjuerna samt information från företagna studiebesök.

### **5.2.2 Bränslemix**

I *Figur 3* i avsnitt 3.1.1 visas att rena biobränslen står för nästan hälften av energiproduktionen, avfall för ungefär en femtedel och fossila bränslen för en åttondel, sett till fjärrvärmen i alla nät i hela Sverige (som är medlemmar i Svensk fjärrvärme vilket alla större fjärrvärmenät är). För de intervjuade verken är värdena likartade. De skillnader som kan observeras är bland annat att andelen ”Kol” och ”El och värmepump” är något högre, vilket främst beror på två stora användare nämligen Värtaverket och Mälarenergi i Västerås, som använde sig av stora andelar kol under år 2012. Västerås har numera fasat ut nästan all sin kolanvändning och Värtaverket har långt gångna planer för att fasa ut kolanvändningen. Kategorin ”Naturgas + övrigt fossilt” har en något lägre andel vilket kan förklaras av att kring Mälardalen finns inget uppbyggt gasnät.

### 5.2.3 Bränsle och pannor

Bränslefördelningen skiljer sig åt beroende på storleken av fjärrvärmenätet, vilket redovisas i *Figur 14*. I *Figur 14* är det inte den totala mängden tillförd energi av varje bränsle hos alla Små, Mellanstora och Stora nät som redovisas. Det är istället uppdelat på bränsleandelar hos varje nät så att varje nät får lika stor inverkan på figuren oavsett årlig värmeproduktion.



**Figur 14:** Tillförd energi till de intervjuade Stora, Mellanstora och Små näten enligt statistik från Svensk fjärrvärme (2012)

Flexibiliteten av bränsle som pannorna kan förbränna är generellt sett relativt låg för de mindre fjärrvärmenäten. Av de intervjuade anser de flesta att de behöver sitt specifika bränsle för att driva sina pannor. Dock nämns ibland att det annars blir så dålig verkningsgrad, varför det rent tekniskt kan vara möjligt med andra bränslen i vissa fall, men med höga förluster. Energimyndigheten skriver att mindre värmeverk oftast bara kan använda en typ av bränsle och att fastbränslepannor respektive avfallspannor relativt snabbt kan ställas om till andra typer av fasta bränslen (Energimyndigheten, 2014a).

De Större näten har ofta flera pannor vid de olika anläggningarna, eller till och med flera olika anläggningar. Vanligtvis använder sig ett nät av flera olika bränslen fast i olika pannor. Ofta har de intervjuade tryckt på att de försöker diversifiera riskerna, där användning av olika typer av bränslen i anläggningen är en del i detta. I viss mån är många pannor också flexibla hos de Stora näten och kan elda olika bränslen. Ofta, men inte alltid, kan en pelletspanna använda sig av briketter likväl som pellets och en flispanna kan ta emot andra typer av biobränslen.

### 5.2.4 Bränsleleverantörer och bränsleleveranser

Antalet bränsleleverantörer varierar ofta beroende på storleken på fjärrvärmenätet och typ av bränsle. Bränsle som har stor omsättning (exempelvis baslast) har ofta fler leverantörer än de som agerar spetslast, men flertalet undantag finns. Generellt sett ökar antalet bränsleleverantörer något med storleken på fjärrvärmenätet. För de Små näten varierar antalet leverantörer från en enskild upp till sex stycken huvudleverantörer där snittet är omkring tre stycken. För de Mellanstora näten varierar antalet från en enskild upp till tolv där snittet är drygt sex leverantörer. För ett av de Större näten används 25 olika leverantörer av biobränslen där den största leverantören står för ungefär 13 % av det totala behovet av biobränslen för det nätet.

En av de intervjuade berättar att det finns en lista på 50 leverantörer som deras företag har använt sig av genom åren och att de i år har tvingats tacka nej till volymer stora som flera års omsättning. En

strategi som nämns vid kontrakterande av nya leverantörer är att dessa får mindre kontrakt till en början. Om leveranserna förvaltas väl under den första tiden så kan levererad volym öka successivt. I en av intervjuerna framkommer det att ett Stort nät har 2-3 leverantörer för en typ av bränsle och anser att det är något för litet eftersom de blir sårbara om någon leverantör skulle få problem. Samma nät har 2-3 leverantörer av ett annat bränsle, men där upplevs det inte vara något problem då det bedöms vara relativt enkelt att hitta en annan leverantör på marknaden. Var dessa leverantörer tar sitt bränsle varierar men vanligaste är att det tas från närområdet, framför allt för mindre nät. Användande av import av bränsle ökar med ökande storlek på fjärrvärmenätet. Kol och fossil olja importeras av alla som har behov av det eftersom det saknas inhemsk produktion. Dessa påståenden bekräftas av studiebesöken till Tierp där all skogsbränsle kommer inom en radie av 5-6 mil och Västerås där en del av avfallet importeras.

För import av bränsle använder sig några av näten av ett bränslebolag, som de tillsammans med andra nät är delägare i. Detta för att gemensamma inköp och gemensam befraktning innebär storsdriftsfördelar och det är lättare att centralisera detta än att varje enskilt nät ska hantera det. Det finns nät som använder sig av alla transportslagen båt, tåg och lastbil. Lastbilar är den klart dominerade formen av bränsletillförsel, framför allt för Mindre nät. Många fjärrvärmenät förlitar sig enbart till lastbilstransporter, såsom bland annat Enköping och Tierp. För väldigt små anläggningar kan det räcka med ett lastbilslass i veckan, men vanligt för Små nät är 2-7 lass om dagen och något fler när det är som kallast. För riktigt Stora anläggningar kan det däremot röra sig om i storleksordningen 70 lastbilar om dagen (dessutom tillkommer bränsle från andra transportsätt).

Större mängd bränsle transporteras via båt jämfört med tåg för de som har möjlighet till båda transportslagen. Båtar kan stå för upp till 50 % av all bränsletillförsel, ibland måste båttransporter kombineras med lastbil den sista vägen in till anläggningen. Järnväg både ökar och minskar i användning beroende på vilket nät det rör sig om och används från delvis till inte alls. Under företagna intervjuer finns indikationer på att det ibland kan förekomma lossningsproblem vid olika hamnar där leveranserna kan försenas. Dock har det inte förekommit att hamnar varit ur funktion.

När det gäller bränsleleveranser är kontrakten oftast ettåriga för Mindre nät, men flerårsavtal är långt ifrån ovanliga. Det är brukligt att det i många kontrakt står skrivet att mängd levererad energi ska kunna variera med någon procenthalt beroende på att uppvärmningsbehovet skiljer sig från olika år, denna procenthalt brukar ligga omkring 10-15 %. För Större verk är det också vanligt med ettårskontrakt, men det förekommer flerårskontrakt på upp till tio år. I många fall handlas det också bränsle på spotmarknaden. För avfall kan det vara den upphandlade kommunen som bestämmer hur långt kontraktet är och det kan röra sig om mellan 2-20 år.

### 5.2.5 Lagring

De Stora näten har fler och större terminaler och de kan ligga på ett längre avstånd jämfört med situationen för Mindre nät. För Små nät är det vanligast att en egen terminal saknas, däremot kan deras bränsleleverantörer ha en terminal. Bränsleleverantören levererar till flera kunder varför det inte är säkert att det lager som finns kan nyttjas fullt av det Mindre nätet. Terminalerna kan variera mycket i storlek och hur mycket de används. De befinner sig oftast i närområdet men i undantagsfall kan de vara på lite längre avstånd, i storleksordningen 5-10 mil och det förekommer så långt bort som 16 mil.

Det är stor variation på hur långt anläggningens ordinarie lager räcker för de intervjuade verken. Då det ordinarie lagret är slut kan reservbränslen och andra anläggningar vanligtvis ta vid. Spannet för hur länge det ordinarie lagret räcker då det är som kallast varierar mellan 1,5 dygn till 17 dygn för Små nät. Snittet är kring fem dygn där de direktförbrukande anläggningarna (utan extern lagerhantering) har en mindre lagerkapacitet. För Mellanstora nät varierar svaren från drygt två dagar till tio dagar. Det genomgående för Stora nät är att de försöker ha åtminstone tre dagars förbränning i lager oavsett bränsle eller tid på året, med några undantag. Ett av näten har lager för två dagars förbränning för några av bränslena medan det också förekommer nät som arbetar med betydligt längre lagerkapacitet. Ett av näten arbetar för att ha sex veckors lager av alla bränslen för att klara störningar i inleveranser. Sex veckor har bedömts som den tid som krävs för att hitta en alternativ försörjning ifall någon större



oförutsedd händelse skulle ske. Det är flera av de intervjuade som säger att de är noggrannare med att hålla bränslelagret välfyllt och ackumulatortankar igång under uppvärmningssäsongen.

De flesta näten har upplevt smärre störningar med inleveranser, några har dock inte haft några problem alls. Exempel på störningar för Små och Mellanstora nät har varit att någon leverantör inte skött avtalade tider, leverantör har haft strul med fordon eller att de har levererat fel bränsle. Det har däremot aldrig lett till utebliven värmeproduktion utan de har allra oftast klarat sig på sitt lager eller fått in bränsle från annat håll, någon gång har spetslast fått gå in istället. Någon nämner också att de kände av en brist på biobränsle för 8-9 år sen på grund av ”en ovanligt blöt vinter” (vilket gjorde det svårt att få ut bränsle från skogen). Samtliga Stora nät har haft ”avvikelser från optimalt mönster”. Inget av de Stora näten har dock haft störningar så att det fått några konsekvenser för fjärrvärmeleveranser utan det har enbart lett till ekonomiska konsekvenser, att de tvingats inhandla eller använda dyrare bränsle än normalt. Flera av de intervjuade återkommer till att störningar är händelser som måste hanteras då det uppstår.

En övervägande majoritet av de Små och Mellanstora näten har aldrig känt någon oro för att bli utan bränsle. Några säger att de har varit oroliga någon gång förr, men senaste gången för 4 till 15 år sedan. Det framgår inte om det sedan dess har ändrats några rutiner som avhjälpt ett befintligt problem eller om det var externa orsaker bortom deras kontroll som ledde till denna oro. Någon av de intervjuade nämner att det kan vara svårt att hitta logistikpersonal till stora högtidshelger, men det problemet går att undvika med god planering. De flesta av de Stora näten vill hävda att de aldrig varit särskilt oroliga medan någon säger att ”En kall vintervecka och man börjar se botten på oljecisternen och vet att man har båtar på väg in så är det klart...” (att man kanske blir lite orolig). I en av frågorna som ställdes frågades vad lösningen är om en leverantör inte längre kan leverera bränsle av någon anledning. Flera av de Små näten är då inne på linjen att de har ett avtal och om inte avtalet följs så får leverantören stå för den extra kostnad nätet får för att skaffa nytt bränsle. Detta är inget de har utvärderat eftersom de anser att detta scenario är osannolikt. De Mellanstora näten ger väldigt olika besked, men alla svar pekar mot att det inte är några större problem om en leverantör slutar att leverera bränsle. Någon har varit med om att en (mindre) bränsleleverantör gått i konkurs i januari och då var det ”lite jobbigt”. Följden blev att de fick ge sig ut på marknaden och det blev en högre kostnad än beräknat, men det var inte någon fara för utebliven värmeproduktion. De Stora näten upplever att leverantörer som slutar leverera är något som har skett tidigare och inget som vållar någon större oro hos de intervjuade. När/om så sker får de höra sig för hos andra leverantörer och antingen leva på sitt lager, låna av något annat nät eller på annat sätt hantera situationen då den uppstår. Detta nämns som en av anledningarna till att ett fjärrvärmenät försöker använda sig av många leverantörer och att ha en ”bra mix” av olika typer av bränsle.

### **5.2.6 Reservanläggningar och framtiden**

Samtliga av de intervjuade är medvetna om att det ibland sker störningar i leveranser. De anser att det inte finns några direkta hot mot deras inleveranser av bränsle. Några utvecklar sitt resonemang och menar på att deras (Mindre) nät inte är det första som drabbas av en eventuell bränslebrist, att de har reservanläggningar om det ”strular” med leveranser till ordinarie pannor eller att mer känsliga anläggningar i samma situation har kunskap om översvämningar. De säger att de har lager och terminaler och att i deras verksamhet jobbas det med ”både hängsle och livrem”, att de inte är riskbenägna. Någon nämner dock att de tidigare hade personalbrist då det var mycket snö, eftersom lastbilschaufförerna höll på med snöröjning istället för bränsleleveranser. Någon annan nämner i förbigående att bränslebrist för lastbilar skulle kunna vara ett potentiellt hot.

Majoriteten av de Små och Mellanstora näten har täckning med reservpannor för hela den maximala effekt som kan efterfrågas, dock finns det undantag där bara delar av det största behovet täcks. Även om det inte finns reservkapacitet för hela den maximala effektbehovet för samtliga fjärrvärmenät så finns det fortfarande god täckning. Oftast finns det flera ordinarie pannor, vilket innebär att såväl flera pannor måste lägga av samtidigt som att det måste inträffa under den kallaste delen på året för att en effektbrist ska uppstå. Detta scenario är osannolikt, men inte omöjligt.

Enligt intervjuaren står inte en reservanläggning oanvänd flera år i rad, utan de används eller testas emellanåt. Visserligen fanns det något undantagsfall där de intervjuade svarade att de själva inte visste, detta behöver dock inte betyda att reserv- och spetsanläggningar inte testas regelbundet. Det som är vanligast förekommande är att test utförs en gång i månaden eller en gång i kvartalet. Ungefär lika vanligt är att anläggningarna används under uppvärmningssäsongen då det behövs i den ordinarie produktionen. I intervjuaren angavs att reserv- och spetsanläggningar testas från en gång i veckan till en gång per år. Vid händelse av avbrott i elförsörjningen har de Stora näten automatiska system, exempelvis dieselgeneratorer eller gasturbiner, som slås igång direkt som gör att ett elavbrott inte påverkar dem alls, eller åtminstone enbart högst tillfälligt. De kan alltså förse sina egna anläggningar med elektricitet så att dessa kan köras även om elanvändare runt omkring har elavbrott. Ungefär hälften av de Små och Mellanstora näten kan inte få ut någon värme alls medan de övriga får ut full eller delar av full effekt vid avbrott i elförsörjningen. De flesta rena reserv- eller spetslastverken drivs på fossil olja som transporteras via tankbil och lagras i någon form av cistern. Detta lager räcker mellan en till sju dagar för små nät med snitt på ungefär drygt tre dagar. En av de intervjuade berättar att de har avtal med en oljeleverantör som ska kunna komma inom tre dagar, vilket också är precis den tid deras oljelager räcker vid full belastning. Flera har dock svårt att svara hur länge lagret räcker mätt i tid. Bland de Stora näten anser de intervjuade generellt sett att de har god effektberedskap, men några intervjuade vill inte återge nuvarande lagerhållning av reservbränsle. Stora nät har mer än en panna så det ska till flera haverier samtidigt vid en dålig tidpunkt för att reserverna ska behöva utnyttjas för fullt. Då reservkraften behöver utnyttjas för fullt skulle lagret ändå räcka två eller flera veckor hos de som samtyckte till att svara.

Tillgång till bränsle är en väldigt central del för fjärrvärmeanläggningar varför de nätansvariga också har tänkt på hur tillgången ser ut i framtiden. Framför allt inom den närmsta tiden, men också på längre sikt. Hur de ser på tillgången beror mycket på vilket bränsle som avses. För de Små näten är de som förbränner en stor andel biobränsle väldigt positiva till framtida tillgång på bränsle. Många säger att den skogliga tillväxten ökar och någon nämner att pappersindustrin går ner, vilket minskar konkurrensen om råvaran. De som eldar avfall är inte lika positiva och nämner att det installeras nya stora avfallsförbränningsverk i närheten och att det redan nu importeras avfall (till Sverige, inte nödvändigtvis till dem själva). Det kan bli en minskad tillgång på avfallsbränsle då det sker en ökning av avfallsförbränning i både Sverige och de länder som Sverige importerar avfall ifrån. Därmed inte sagt att användare av avfall anser att framtiden ser mörk ut. Samtliga av de intervjuade verkar tycka att tillgången till framtida bränsle är en viktig fråga och analyserar detta fortlöpande. De Stora näten nämner att de är vana vid att bränslemarknaden förändras och att de regelbundet gör en analys av operativa risker. Det som nämns i förbigående som möjliga saker som skulle kunna orsaka problem är dieselbrist för lastbilstransporter, tågurspårningar samt en pandemi så att lastbilarna saknar dugliga chaufförer. Följande citat kan sammanfatta ståndpunkten hos samtliga av de Stora näten, ”störningar måste man ha beredskap för och det tycker vi att vi har”.

Åtgärder för att möta förväntade klimatförändringar har inte företagits vid någon av de intervjuade anläggningarna. Detta beror delvis på att de resonerar att klimatförändringar är en så pass långsam process att det finns tid till att anpassa sig när förändringarna väl börjar synas. Däremot har de funderat mycket kring den närmaste framtiden. Några nämner att det i framtiden förväntas både energieffektiviseringar och ökande temperaturer. Detta kommer leda till att den efterfrågade värmeproduktionen minskar. På grund av detta är det något nät som använder sig av lågtemperaturteknik vid installation av nya fjärrvärmenät, någon annan nämner att de lägger lägre budget och ytterligare en annan berättar att nya verk är dimensionerade för ett förväntat framtida något lägre effektbehov. För att minska sin egen klimatpåverkan har en del gjorts och en del görs. Exempelvis fasas fossil energi ut ur fjärrvärmeproduktionen och det finns ett intresse för att använda sig av större och energieffektivare lastbilar.

Huruvida en översvämning av Mälaren kommer att påverka anläggningar belägna i direkt anslutning till eller i närheten av Mälaren, är inget som de enskilda fjärrvärmeföretagen har utrett. I något fall ligger fjärrvärmeanläggningen precis bredvid en annan viktig samhällsbyggnad som har en verksamhet som är mycket känsligare för en översvämning. Därför anser fjärrvärmeföretaget att de

själva inte har något behov av att ha kunskap om förutsättningarna för en översvämning, eftersom de kan förlita sig på att sådan information finns hos den angränsande verksamheten. Hur stor påverkan en eventuell översvämning innebär beror på hur stor den är. Någon svarar att deras verksamhet skulle påverkas om vatten når in till värmepumparna och elsystemen. Några få har fått information om läget av kommunen eller länsstyrelsen. Ett av näten har upplevt problem med att kraftiga regnfall orsakat att dagvattenledningar inte lyckats forsla undan vattnet. Det har då hänt att de tvingats använda en pump för att leda bort vattnet.

### ***5.3 Slutsatser av studiebesök och intervjusvar***

Efter en yttlig jämförelse mellan kommunala aktörer kontra privatägda aktörer kunde ingen tydlig synbar skillnad upptäckas. Då extremvärden plockades bort tenderade dock de privata aktörerna att ha ett större ordinarie lager jämfört med de kommunala, men skillnaderna var små och kan inte statistiskt säkerställas.

Väderprognoser kan förutsäga vädret med någorlunda god precision så en ihållande kall vintervecka borde de ansvariga för näten vara medvetna om. Det kan tänkas att nätägaren hinner beställa in mer bränsle inför en sådan kall period. Denna möjlighet är mer begränsad för båtar som oftast behöver längre framförhållning. Någon av de intervjuade upplevde en brist på biobränsle efter en ovanligt blöt vinter. Detta är ett scenario som kan komma att bli allt vanligare i och med förväntade klimatförändringar. Små nät har vanligtvis en större andel biobränsle jämfört med anläggningar av andra storlekar (se *Figur 14*) medan Stora nät har större mängd avfall. Detta överensstämmer med de utförda studiebesöken där Tierps fjärrvärme AB använder sig nästan uteslutande av rena biobränslen och Mälarenergi AB i Västerås använder en stor del avfall. Detta beror på att en avfallsförbränningsanläggning är mycket mer kapitalintensiv varför det sällan är ekonomiskt försvarbart att bygga en liten sådan anläggning. En biobränslepanna däremot är inte en lika kostsam investering. Fördelen med en mer flexibel förbränningspanna som kan använda sig av flera olika typer av bränslen är att beroendet till en viss typ av bränsle minskar. En flexibel panna måste exempelvis vara anpassad för att kunna förbränna varierande fukthalter och partikelstorlekar vilket är möjligt på bekostnad av en något minskad verkningsgrad jämfört med en panna som är specialgjord för en viss typ av bränsle.

De Större näten har ofta flera pannor vid de olika anläggningarna, eller till och med flera olika anläggningar. Enutspridning av anläggningarna över flera delar av staden stärker den totala energisäkerheten då eventuella risker med geografisk anknytning minskar. Ett Stort nät behöver arbeta mer med leveranssäkerheten av bränsle jämfört med ett mindre nät. Detta grundat på att det finns ett större utbud av bränsleleverantörer för ett Mindre nät eftersom det är mindre volymer dessa behöver ifall akuta bränslebehov skulle uppstå. Det är exempelvis inte lika enkelt att ersätta ett båtslass jämfört med ett lastbilslass och båtar måste dessutom planeras längre tid i förväg. För att sprida ut riskerna, och därmed öka leveranssäkerheten av bränsle, kan ett sätt vara att ha många olika bränsleleverantörer. Större nät behöver ett större flöde av bränsle, varför det blir mer osäkert att enbart förlita sig till närområdet. Import av bränsle innebär fler möjliga införselvägar som kan öka leveranssäkerheten och det kan också erbjuda ekonomiska fördelar. Dessutom behövs stora volymer för att det ska vara ekonomiskt lönsamt med import av bränsle. Därav att import sker med båt och att import är mer förekommande för Större nät. De intervjuade för de Stora näten hade svårt att svara på hur de skulle göra om leveranserna från en leverantör upphör att komma. Detta innebär inte att de inte har funderat kring vilka alternativ som finns, snarare att varje situation är unik varför det inte går att säga precis hur de handlar om någon störning inträffar. Flera olika lösningar finns och vilken som är den bästa lösningen får de analysera då situationen uppstår. Störningar har inträffat historiskt sett och kommer också att inträffa i framtiden. De Mindre näten har inte upplevt problem med uteblivna leveranser på samma sätt. En konkurs hos en bränsleleverantör till de Små näten innebär en möjligt försämrad ekonomi snarare än utebliven tillgång på bränsle.

En angiven volym eller massa som en anläggning har i lager är oväsentligt eftersom det beror på effektivt värmevärde, efterfrågad effekt med mera. Det som är av intresse är att veta hur lång tid lagret

räcker och då framför allt när det är som mest utsatt, det vill säga den tid då det är som kallast. Det som har efterfrågats vid intervjuerna är hur länge lagret räcker vid full effekt. Normalt sett behöver reservlagret aldrig användas så länge att det riskerar att helt sina. Dels vill de olika näten inte använda sig av reservanläggningarna av säkerhetsskäl eftersom om reservanläggningarna faller ur drift kan näten inte producera efterfrågad värme. Ett ytterligare viktigt incitament till att inte vilja behöva använda sig av reservanläggningar är att de oftast är betydligt dyrare än ordinarie produktion. Viktigt att återigen poängtera att maximal effekt är efterfrågad en liten andel av årets timmar. Om ett nät levererar fjärrvärme, men inte hela den värmeeffekt som behövs, innebär detta ändå att utkylning av byggnader kommer fördröjas eller helt undvikas. Om inomhustemperaturen sjunker och blir exempelvis 15 °C är detta ett hot mot komforten snarare än hälsan. Det är främst ett fullständigt avbrott av fjärrvärme som kan riskera en utkylning av hus, men även detta kan ta flera dygn beroende på framför allt utomhustemperatur och typ av byggnad.

Skillnaden mellan reservanläggning och spetsanläggning kan ibland vara svårtolkad. Om en panna behöver användas i den ordinarie produktionen är det ingen reserv- utan en spetsanläggning. En ren reservanläggning behöver normalt aldrig användas utan är till för att ersätta någon ordinarie panna om den ordinarie pannan har fallit ur funktion. Däremot kan en spetsanläggning som används enbart vid de högsta värmelasttopparna fungera som reservanläggning under andra delar av året då effektbehovet är lägre. Det är en väldigt stor skillnad på maximal och minimal efterfrågad effekt, vanligtvis en faktor i storleksordningen kring 15-20. Det är dock sällan maximal effekt efterfrågas, som tidigare nämnt (se *Figur 1* i avsnitt 3.1). Detta är en anledning till att argumentera för att sannolikheten för ett haveri just under dessa få timmar är låg, varför det inte behöver finnas särskilt mycket reservkapacitet. Dock får uteblivna värmeleveranser störst konsekvenser under denna tidpunkt på året så det finns god anledning till att ha reservkapacitet även under denna tid. Dessutom är utomhusklimatet mer påfrestande om det är väldigt låg temperatur vilket kan öka risken för att olika typer av fel uppstår. Ett fjärrvärmenät blir självfallet lite säkrare för effektbrist om ytterligare reservkapacitet installeras. Detta innebär dock en ökad kostnad som till slut drabbar fjärrvärmekunden och det är ett noggrant övervägande mellan ekonomi och leveranssäkerhet som måste hanteras. ”Om man aldrig upplever någon brist på bränsle så kanske man har för stora lager ekonomiskt sett” som en av de intervjuade uttryckte det.

## ***5.4 Sårbara punkter hos bränsletillförseln för fjärrvärmen i Mälardalsområdet idag och i framtiden***

### **5.4.1 Lastbilstransporter**

Så gott som samtliga fjärrvärmeanläggningar är direkt beroende av att ha fungerande lastbilstransporter för att få in bränsle till sin fjärrvärmeanläggning där en betydande andel förlitar sig enbart till lastbilstransporter. Detta innebär att det måste finnas tillräckligt med lastbilar, bränsle för lastbilarna, personal som kan köra dessa och vägar som är farbara för lastbilarna från skogsproduktionsplats ända in till fjärrvärmeanläggningen. Ett scenario då antalet lastbilar på kort tid skulle minska, så att det skulle utgöra ett problem för bränsleförsörjningen till fjärrvärmeanläggningar, är inte sannolikt. Däremot kan det bli en begränsad tillgång till bränsle, vilket är ett scenario som bör beaktas. Den absoluta majoriteten av alla större lastbilar drivs av diesel som produceras från fossil olja. Ett kraftigt ökat dieselpreis skulle fördyra, men inte allvarligt hota bränsleleveranser in till fjärrvärmeanläggningarna. Enligt Lag (2012:806) ska det i Sverige finnas ett beredskapslager av olja som ska motsvara ”90 dagars genomsnittlig daglig nettoimport eller 61 dagars genomsnittlig daglig inhemsk konsumtion”. Därför kan ett kortare leveransstopp av importen av fossila bränslen avklaras utan någon större påverkan på fjärrvärmebranschen eller övriga samhället. Om leveransstoppet av olja blir över en längre tid kommer självfallet även fjärrvärmen att påverkas.

Tillgänglig personal för att köra lastbilar är något som krävs för att fjärrvärmesystemet ska fungera på sikt. Om åkerinäringen i Sverige beslutar om strejk kan bränsleleveranser hindras. Dock lär inte strejken ske på så sätt att det blir risk för total utkylning av bostäder som hotar människors hälsa. Vid

en epidemi, eller till och med en pandemi, skulle stora delar av befolkningen kunna slås ut och därmed riskera att bränsleleveranser inte kan fortgå som tidigare. Detta är något som bör tas i beaktande, men är något som väldigt svårt för fjärrvärmesektorn att skydda sig emot. De senaste pandemierna är ryska snuvan 1889–1892, spanska sjukan 1918–1920, asiaten 1957–1958 och Hongkonginfluensan 1968–1970 (Socialstyrelsen, 2009). Även Nya influensan 2009 (allmänt: svininfluensan) kan nämnas. Samhället idag är bättre rustade för att ta hand om utbrott av den här typen och människor idag är noggrannare med hygien som är en viktig faktor för att hindra smittspridning.

För att lastbilstransporter ska fungera krävs även att det finns vägar och att dessa är farbara. De större vägarna såsom riks- och europavägar är statligt ägda där Trafikverket är den myndighet som är ansvarig för dessa vägar men är också ansvarig för övrig trafik i Sverige. Trafikverket utreder vilka vägar och hamnar som godstrafik (såsom bränsleleveranser) använder sig av och försöker tillgodose farbarheten på dessa vägar och vägarna till de olika hamnarna. Enligt statistik från Trafikverket för perioden 20131101–20141101 varade det längsta totalstoppet av vägtrafik i Sverige i 17 timmar och 48 minuter. Antalet totalstopp i mer än 8 timmar var under denna period 40 stycken där 27 av dessa inträffade i Norrland eller Värmland (Trafikverket, 2014b). Även om ett totalstopp inträffar finns det ofta andra vägar som kan användas som substitut då vägnätet sällan är beroende av en enda väg, framför allt i södra Sverige. Ett totalstopp på en statlig väg innebär alltså försening snarare än utebliven bränsleleverans. Om totalstoppet är 8 timmar innebär detta dock inte nödvändigtvis att förseningen blir endast 8 timmar. De kommunala vägarna är ofta mindre och det förekommer oftare att det bara finns en enda väg in till en fastighet eller liknande. Vanligtvis är underhåll och snöröjning på dessa vägar mer eftersatta jämfört med större riks- och europavägar. En del fjärrvärmeanläggningar behöver lastbilar för transporten från tågstationen eller hamnen ner till fjärrvärmeanläggningen och på så vis kan också tåg- och båttransporter påverkas. Ungefär hälften av alla Sveriges vägar består av skogsbilvägar och dessa har stor betydelse för möjligheten till bortförsel av material från skogen. Om nederbörds mängder ökar i framtiden kommer påfrestningarna på vägarna att öka varför det är viktigt med underhåll av dessa skogsvägar.

#### **5.4.2 Framtida tillgång till avfall**

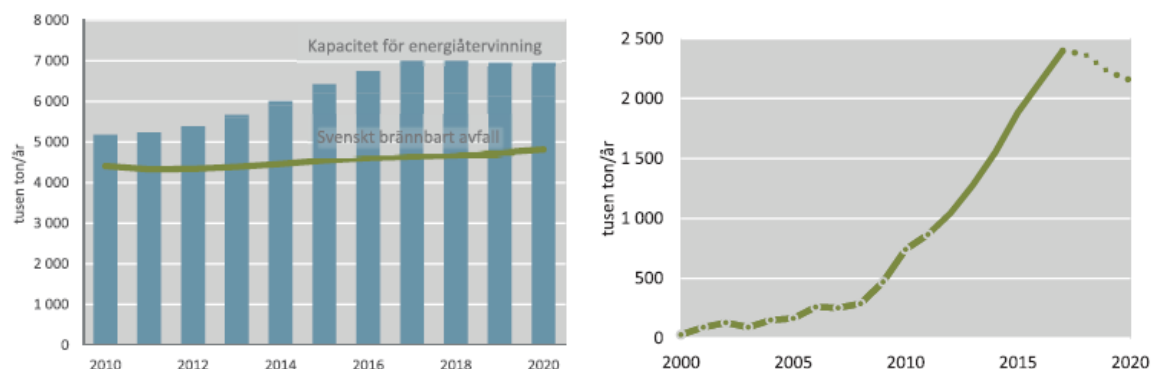
EU arbetar efter en avfallstrappa där målsättningen är att hamna så högt upp som möjligt. Längst ner finns deponi följt av energiåtervinning, materialåtervinning, återanvändning och högst upp är avfallsminimering. Energiåtervinning, att förbränna avfall exempelvis, är således ganska långt ner i avfallstrappan. En ökad utbyggnad av avfallsförbränning i Sverige är därför delvis kontroversiellt då detta kan skapa ett behov av brännbart avfall och därmed hämma samhällets arbete att ta sig uppåt i avfallstrappan (Europeiska kommissionen, 2000). Global handel med avfall är också kontroversiellt, delvis av samma anledning som för själva förbränningen. EU förespråkar närhetsprincipen, att avfall ska tas omhand så nära avfallskällan som det är möjligt, då är global handel något som inte bör gynnas. Men om global handel innebär att steg tas uppåt i avfallstrappan är närhetsprincipen inte den mest optimala lösningen (Olsson and Johnson, 2014).

Hanteringen av avfall sker oftast med lastbil på lokal och regional nivå. Vid import av avfall på långa avstånd används båtar (från Norge används främst lastbil). Lagring av avfall kan innebära besvärande lukt och det finns ett visst motstånd från allmänheten för att importera avfall då detta bland annat kan leda till försämrad luftmiljö lokalt.

Enligt en rapport från Avfall Sverige ger energiåtervinning av importerat avfall en minskning av klimatpåverkan på grund av minskade/förändrade utsläpp av växthusgaser, jämfört med om avfallet deponerades lokalt. Avfallet skulle kunna transporteras 1500 mil med lastbil från avfallskällan till förbränningsanläggningen och ändå innebära en minskning av klimatpåverkan (Avfall Sverige, 2009). Dock är det många faktorer som påverkar hur stor klimatnytta som uppnås. Bland annat påverkar vilken typ av bränsle som deponeras, men också hur utformning av deponin ser ut och hur mycket av den avgivna metangasen som samlas in och huruvida metangasen används för elproduktion (Bisaillon, 2013).

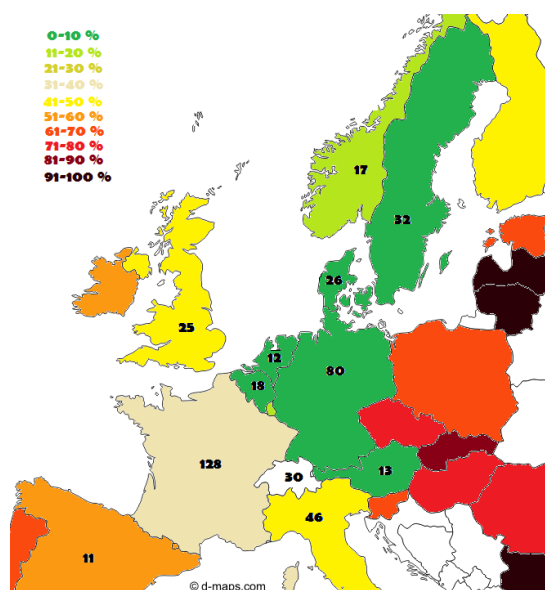
I Sverige förbränns mer avfall än vad som genereras varför Sverige är avfallsimportör vilket kan ses i *Figur 15*. Ungefär 20 % av all fjärrvärme får sin energi från avfallsförbränning, avfall är alltså en

betydande komponent i fjärrvärmesektorn (Svensk Fjärrvärme, 2014). Den mesta avfallen som importeras till Sverige kommer från Norge via lastbil, men import sker också från andra länder via båt, som exempelvis Storbritannien och Italien.



**Figur 15:** De blå staplarna i den vänstra figuren visar Sveriges kapacitet för avfallsförbränning där den gröna linjen visar mängden svenskt avfall. Den högra figuren visar mängd importerat avfall (verkligt respektive prognosticerad). Bildkälla: (Profu, 2013)

Avfallshanteringen i Europa håller just nu på att förändras, det är tal om en stegvis övergång från deponering till förmån för andra behandlingsmetoder såsom biologisk behandling, material- och energiåtervinning. Detta kan påverka avfallstillgången för svenska fjärrvärmeanläggningar på sikt. I Figur 16 visas antalet avfallsförbränningsanläggningar per land i EU och hur stor andel av avfallet som läggs på deponi.



**Figur 16:** Antal avfallsförbränningsanläggningar per land i EU samt Norge och Schweiz (bara de med tio eller fler anläggningar redovisas). Samt hur stor andel som läggs på deponi per invånare i EU.

### 5.4.3 Södertälje sluss och hamnar

Fungerande hamnar är mycket viktiga för transport av gods såsom bränsle till fjärrvärmeanläggningar. Eftersom hamnar kan ta emot så stora flöden av bränslen är det inte lätt att ersätta uteblivna leveranser. En enstaka båt kan möjligen ersättas av en annan båt, men ett långvarigt stopp från en hamn skulle allvarligt sätta bränsletillförseln på prov.

Genom Södertälje sluss transporteras mycket gods, bland annat bränsle till fjärrvärmeanläggningarna i Köping och Västerås (Sjöfartsverket, 2013). Om slussen av någon anledning inte skulle vara framkomlig hindras en betydande del av godstrafiken på Mälaren.

En ombyggnation av Södertälje sluss har varit aktuell i flera år och år 2013 kom Sjöfartsverket och Södertälje kommun överens trots protester från lokala invånare (Södertälje kommun, 2014a, Carlson, 2013). Ombyggnationens syfte är att kunna ta emot båtar med en största längd på 160 (124) meter, en största bredd på 23 (18) meter och ett djupgående på högst 7 (6,8) meter där nuvarande värde anges inom parentes (Sjöfartsverket, 2013). Samtidigt kommer detta innebära att Mälarens avtappningskapacitet höjs.

Sjöfartsverket har initierat vad de kallar *Mälarprojektet* i och med att de har lämnat in ansökan till mark- och miljödomstolen. I Mälarprojektet ingår en omfattande muddring där totalt 660 000 m<sup>3</sup> (Sjöfartsverket, 2014) behöver omhändertas där uppskattningsvis 160 000 m<sup>3</sup> befinner sig i området kring Södertälje kanal (Södertälje kommun, 2014b). Under muddringen är det osäkert hur bra framkomligheten för fartyg kommer att vara. Detta är något som Sjöfartsverket måste ta hänsyn till då arbetet med Mälarprojektet påbörjas. För företag som är beroende av fungerande transporter via Södertälje sluss är det viktigt att ta hänsyn till att störningar ökar under Mälarprojektets genomförande.

#### 5.4.4 Skogsbränsle

Biobränsle från skogen måste transporteras ut till någon tillgänglig skogsväg. Med blötare och varmare vintrar blir detta svårare då en del områden behöver tjäle för att markskadorna inte ska bli för stora. Blöta varma vintrar är något som har inträffat tidigare i historien och skogsindustrin har klarat av att leverera skogsbränsle till sina kunder, även om priset på spotmarknaden kan ha gått upp.

Skogsbränder kan leda till kraftigt minskad tillgång på biobränsle för den enskilde skogsägaren. På lokal nivå kan dock tillgången till biobränsle öka. Vid skogsbränder är det vanligt att stora delar av den drabbade skogen inte förbränns fullständigt, utan enbart blir brandskadad. Sådan skog kan användas för energiändamål, men duger vanligtvis inte till sågning av timmer eller för någon annan förädlingsprocess. Skogsbranden i Västmanland 2014 är den största i modern tid och omfattade 13800 hektar skog (Länsstyrelsen, 2014), vilket ger att den drabbade skogen i ett nationellt perspektiv är omkring 0,6 % av den totala arealen produktiv skogsmark (Skogsstyrelsen, 2014). Av den drabbade skogen är det ungefär två tredjedelar av den kvarvarande skogen som enbart kan användas för energiändamål, vilket lett till att omkring 800 000 m<sup>3</sup> fub (ungefär 1600 GWh) energived har släppts ut på bränslemarknaden (Danske Bank, 2014).

#### 5.4.5 Elberoende

Bränsleleveranserna är i viss mån, som många andra delar av samhället, elberoende. El krävs av pumpar vid raffinaderier och tankdepåerna för att distributionen av drivmedel ska fungera normalt. På kort sikt påverkar inte ett elavbrott bränsleleveranser i någon högre grad. Många fjärrvärmesystem är helt eller delvis beroende av extern el för att kunna leverera producerad värme. Hur elberoende ett fjärrvärmenät är varierar från fall till fall. För vissa avstannar distributionen helt då pumpar i fjärrvärmenätet står stilla. Några nät har egen elproduktion och kan, vid behov, gå över till så kallad ”ödrift” och producera sin egen el oberoende av övriga elnätet. Detta innebär inte automatiskt att kunderna kan ta emot värmen då kunderna ofta är i behov av att deras pumpar fungerar. Detta är något som har undersökts i flera rapporter och av myndigheter (Lauenburg et al., 2008, Stockholms Länsstyrelse, 2004).

#### 5.4.6 Lagerhantering

I biologiskt material, som till exempel biobränsle, sker olika biologiska nedbrytande och värmebildande reaktioner. Detta leder till substansförluster och kan försämra arbetsmiljön lokalt på grund av spridning av sporer från ohälsosamt mögel. Om värmen hindras från att lämna materialet, vilket kan ske då materialet ligger i en stor hög, kan temperaturen bli så hög att materialet självantänds (Noll and Jirjis, 2012) Exempelvis kan nämnas att det rekommenderas att fuktig bark ska förbrukas inom två månader efter att det har lagts på hög för att undvika självantändning och mögel (Strömberg and Svärd, 2012). Sådant som påverkar risken för självantändning är bland annat fukthalt, omgivande temperatur, partikelstorlek, volym, form och omsättningshastighet. För fuktiga biobränslen (skogsflis)

finns en inte försumbar risk för självantändning (Noll and Jirjis, 2012). Det finns ingen officiell statistik som visar hur vanligt förekommande flisbränder är, men en enklare sökning ger åtminstone sex tidningsartiklar om olika flisbränder i Sverige under de senaste två åren (år 2013 och 2014). Detta visar på att det förekommer flisbränder i Sverige (Grundenberg, 2014, Wengberg, 2013, Sundsvalls tidning, 2013, Hansson, 2014, Dala-Demokraten, 2013, Alvarsson, 2014). Om flislagret självantänds kan detta leda till brist på bränsle, men även skador på själva anläggningen kan uppkomma om elden sprider sig till byggnader i närheten.

Lagring av pellets medför en risk för självantändning där risken ökar med storleken på den lagrade volymen (Jonsson, 2010). Åtminstone har det skett en brand i en pelletsfabrik och en brand i ett stort pelletslager (3000 ton) i Sverige under 2014 vilket framgick efter en undersökning i mycket begränsad omfattning (Gröndahl, 2014, TT, 2014). Torkat träpellets faller sönder om det utsätts för mycket fukt vilket gör att lager av pellets behöver vara innanför väggar och tak. I östra delarna av Kanada har det rapporterats om avbrutna pelletslastningar vid regnväder vilket kan leda till försenade leveranser (Olsson and Johnson, 2014).

## 6 Diskussion

### 6.1 Metoddiskussion

En kvalitativ metod är, till skillnad mot en kvantitativ metod, att föredra då tillgången till data är begränsad. Metodvalet var därför lämpligt då det inte finns någon officiell statistik om uteblivna bränsleleveranser. Inga regelrätta mätningar har utförts utan resultatet kommer enbart från de uppgifter de intervjuade har uppgett. Även om den som intervjuats har varit den med mest kunskap i ämnet vid respektive verk kan denne ha baserat sina uppgifter på hur det i bästa fall kan vara och inte hur det brukar vara. Detta på grund av tolkningen av frågorna. Det kan också finnas en vilja att försköna sanningen och exempelvis framstå som bättre rustade inför kriser än vad som egentligen är fallet. Det intryck som erhöles vid intervjuerna var att en klar majoritet var öppna och ärliga med attityden att de inte hade något att dölja. 18 intervjuade verk är ett mycket begränsat urval för att kunna dra några slutsatser om Sveriges fjärrvärmeanläggningar, men det är ett betydande antal för Mälardalsområdet. Den sammanlagda producerade mängden fjärrvärme från de intervjuade aktörerna motsvarar dock nästan 30 % av Sveriges totala fjärrvärmeproduktion och i Mälardalen svarar de för en betydande majoritet av all fjärrvärmeproduktion.

Ifall någon utomstående gör efterforskningar i den egna verksamheten, med frågor som ger intrycket av att försöka leta efter fel och brister, är det möjligt att ansvarig för denna verksamhet får en känsla av anklagan eller påhopp, varför vederbörande kan ställa sig i en försvarsposition. En person i försvarsposition kan tendera att vinkla eller undanhålla information eller ge en förskönad bild av verkligheten. I flera fall upplevdes det som att den intervjuade kände sig i det närmaste anklagad, vilket kan ha påverkat resultatet. Det lades mycket tid på att formulera frågorna så att de inte skulle verka anklagande, dömande eller ge intrycket av att vilja hitta fel och brister, men det är mycket möjligt att detta delvis misslyckades. Under intervjuerna inföll ibland en viss tveksamhet inför svaret på frågan "Har ni någon gång varit oroliga för hur ni ska få fram bränsle till ert nät?". Den frågan var möjligen något felformulerad ty oro kan upplevas även om sannolikheten är låg att något olycksaligt ska ske (det finns de som är oroliga inför en flygresa trots en låg sannolikhet för flygolycka). Det har lagts in en för stor känslomässig del i frågan. Tolkningen som gjorts av de svar som erhållits från samtliga fjärrvärmenät är att det aldrig har varit riktigt nära att respektive nät inte kunnat leverera önskad effekt: "har alltid reservbränsle som man kan nalla på men...". Det är klart att det ibland smyger sig in någon form av oro ifall ytterligare en (osannolik) olycklig omständighet skulle inträffa när de redan befinner sig i den djupaste delen av krisen.



## 6.2 Övrig diskussion

I detta arbete har energisäkerheten hos fjärrvärmens bränsletillförsel undersökts. Anledningen till detta är att några större efterforskningar på detta område inte stod att finna. Berodde detta på att ingen har tänkt på de problem som kan uppkomma eller berodde det på att det inte finns några problem kopplade till detta? Detta var en av frågeställningarna i inledningen av detta arbete.

Sedan 1980-talet har mycket arbete lagts på att fasa ut fossila bränslen från fjärrvärmesektorn. Detta har gett goda resultat. Dock har inte hela kedjan gjorts oberoende av fossila bränslen då både båt och lastbilar till största delen drivs av fossila drivmedel. Spetslast består ofta av olja, numera tillförs dock mer energi till de svenska fjärrvärmenäten från bioolja jämfört med olja med fossilt ursprung (Statistik från Svensk fjärrvärme).

Få av de intervjuade hade funderat kring hur förväntade klimatförändringar påverkar förutsättningarna för deras verksamhet. Detta behöver inte betyda att det inte är något som kan komma att påverka dem. De intervjuade resonerar ofta på så vis att dessa klimatförändringar sker så långsamt att anpassning av deras verksamhet hinns med allt eftersom förändringarna kommer. Det är tillräckligt med arbete och ansvar att få den dagliga verksamheten att fungera. De intervjuade, som använde mycket biobränsle, ser på framtiden med tillförsikt. Biomassan ökar i skogen och uttaget är lägre än tillväxten. Konkurrens från ökande mängder biodrivmedel eller liknande är inget som någon av de intervjuade självmant nämner. De tror snarare att pappersbruken i framtiden kan hotas av nedläggning, vilket för deras del skulle innebära en förlorad konkurrent om biomassan. I framtiden är det möjligt att nya användningsområden för biomassa kommer utnyttjas. Många produkter som idag produceras av fossila resurser skulle i framtiden kunna tillverkas av förnyelsebara råvaror. Biomassa kan användas som råvara för textiltillverkning och för framställning av bioplaster och biodrivmedel. På längre sikt är det därför inte säkert att konkurrensen om biomassan minskar. Problem i framtiden kopplade till klimatet kan komma att göra det enklare för fjärrvärmeföretag att köpa in biobränsle. Fjärrvärmesektorn har lägre kvalitetskrav på material från skogen och kan därför inte ekonomiskt konkurrera om samma material som exempelvis sågverk. Om det i framtiden blir större kvantiteter av skadad skog har fjärrvärmesektorn en fördel då de har färre konkurrenter om detta material. Hittills har det varit så att när biobränsletillgången har blivit låg för ett område (exempelvis på grund av utebliven tjäle på för sur mark) så har andra områden kunnat nyttjas istället. Biobränslemarknaden är idag delvis global och det som händer i världen påverkar också till viss del biobränslemarknaden i Sverige. Därför måste det också finnas en medvetenhet om hur tillgång och efterfrågan ser ut i världen, men den diskussionen tas inte upp här.

Bränslebrist lyftes 2004 upp som ett av de största orosmomenten vid en undersökning där fjärrvärmeföretag intervjuades av länsstyrelsen i Stockholm. I denna undersökning har det däremot inte framstått som något större orosmoment hos de olika fjärrvärmenäten, men något annat område lyfts inte heller upp som något de intervjuade oroas av. Hur tillgången av bränsle kommer att se ut i framtiden är inte något som mindre fjärrvärmeleverantörer enligt företagna intervjuer tycks lägga ner särskilt mycket tid på att analysera. Det troliga är att det beror på att de dels inte har resurser för det och dels anser att de inte har något behov av det, även om andra förklaringar är möjliga. Större fjärrvärmenät har däremot tänkt mer på hur framtida bränsletillgång kommer att se ut. Detta kan bero på att större fjärrvärmenät har mer diversifierade bränslen och är mer medvetna om framtida tillgång på bränslen. De behöver mer bränsle varför de har ett större upptagningsområde, vilket gör att fler förändringar på marknaden kan förväntas. Eftersom de handlar med större kvantiteter jämfört med mindre fjärrvärmenät ger varje prisförändring per köpt energienhet större utslag totalt, även om förändringen är liten.

Tillgången till avfall i framtiden är mer osäker. Det finns ingen utbredd oro att tala om bland de intervjuade, men de anser att konkurrensen om avfallet är relativt hård. Förbränningskapaciteten av avfall i Sverige är större än avfallsgenereringen idag. Med en växande befolkning ökar normalt sett avfallsgenereringen, men det bästa för samhället är om arbetet för att ta sig upp i avfallstrappan ökar och incitamenten till att göra detta minskar ifall fjärrvärme i Sverige är beroende av avfall. En

utökning av avfallsförbränning i Sverige kommer leda till ett större importberoende av avfall. Om avfall inte finns att tillgå går det att använda andra bränslen i en avfallspanna, vilket dock inte är önskvärt av bland annat ekonomiska skäl. RT-flis klassificeras som avfall, men skiljer sig från marknaden för hushållsavfall och kvalitén på RT-flis kan variera. RT-flis utgör en betydande andel av den tillförda energi för framför allt de Mellanstora fjärrvärmenäten i Mälardalsområdet, men hur tillgången ser ut i framtiden är inget som specifikt har efterfrågats och inget som tagits upp av de intervjuade. En del RT-flis importeras och det är möjligt att denna import kommer att minska i framtiden där istället de exporterande länderna tar till vara på sin egen RT-flis.

Energisäkerhet har här kopplats till energimyndighetens definition av ”trygg energiförsörjning” som lyder: ”Energisystemens kapacitet, flexibilitet och robusthet att leverera energi i önskad omfattning i tid och rum enligt användarnas behov till en accepterad kostnad samt marknadens, offentlig sektors och användarnas samlade krishanteringsförmåga”. Huruvida bränsleleveranser till fjärrvärmeanläggningar har hög leveranssäkerhet eller ej är en tolkningsfråga. Enbart grundat på att det inte har förekommit några (oplanerade) avbrott i värmeleveranser hittills är i sig inget hållbart argument för att energisäkerheten är så hög att det inte kan förekomma avbrott i framtiden. Uteblivna fjärrvärmeleveranser kopplade till bränslebrist är inget som har skett i de tillfrågade verken under de senaste åren. Det är dock inte säkert att de som intervjuats har haft kännedom om sitt företags historia längre tillbaka än från den tid då de själva började arbeta för företaget. Det är alltså möjligt att en bränslebrist har förekommit, men det kan antas att det som orsakade dessa eventuella bränslebrister har i så fall åtgärdats och utgör idag ett inte lika stort problem.

Andelen import är en viktig del i bedömningen av en nations energisäkerhet. I fjärrvärmens fall är det idag en mindre del som importeras till Sverige, men utan import skulle inte alla avfallspannor ha tillräckligt med avfallsbränsle. För att påvisa Sveriges tidigare resonemang kring importberoende kan nämnas att torv under 80-talet subventionerades då det bedömdes som ett bra alternativbränsle för Sverige, bland annat eftersom det ansågs som en viktig nationell resurs som kunde stärka energisäkerheten. Energisäkerhet är fortfarande viktig, men i dagsläget minskar torvanvändningen och år 2012 stod torv för 3 % av den tillförda energin till fjärrvärmesektorn (Energimyndigheten, 2013b).

En jämförelse mellan el- och fjärrvärmesektorn är relevant då de båda är stora samhällsviktiga energisystem. Ett elavbrott får direkta konsekvenser och märks direkt medan det finns en tröghet för konsekvenserna vid ett fjärrvärmeavbrott. Vid olyckliga omständigheter kan ett längre fjärrvärmeavbrott leda till ohälsosam miljö medan det oftast handlar om en möjligtvis försämrad komfort. Detta innebär att kortare perioder av uteblivna fjärrvärmeleveranser (några timmar till upp till ett dygn) inte nödvändigtvis ger allvarliga konsekvenser för människors hälsa. Vid kortare avbrott behöver kunden inte ens märka att den varit utan fjärrvärme. Det intryck som erhållits efter företagna intervjuer är att de som arbetar med fjärrvärme är måna om att leverera efterfrågad fjärrvärme under årets alla timmar. Dels finns konkurrens från andra typer av uppvärmningssystem (pelletspannor, bergvärme, etc.) och dels vill fjärrvärmesektorn ha ryktet om sig att utgöra en trygg värmeförsörjning, vilket skulle förhindras om störningar var vanligt förekommande. Utan denna externa konkurrens är det möjligt att incitamentet till att hålla en pålitlig värmeförsörjning hade minskat. Kommuner bör ha en plan för att ta hand om de utkylda vid ett oplanerat avbrott av fjärrvärmeleveranser. Enligt en undersökning av energimyndigheten är det 68 % av Sveriges kommuner som har en plan för hur de mest köldkänsliga invånarna ska tas omhand (Energimyndigheten, 2014a). Till skillnad från elnätet som är rikstäckande (hela Sverige kan i teorin få ett elavbrott samtidigt) är fjärrvärmenäten oberoende av varandra. Därmed inte sagt att det är problemfritt att evakuera en hel stad som utkylts, men det är möjligt.

På samma sätt som för elnätet är det skillnad på energi- och effektbrist. För fjärrvärmens innebär en energibrist att det inte finns tillräckligt med bränsle i lager medan det vid en effektbrist kan finnas andra orsaker än bränslebrist, exempelvis inte tillräckligt många fungerande värmepannor. En effektbrist för ett elnät innebär att nätfrekvensen sjunker vilket kan rendera i att delar av nätet kopplas bort för att upprätthålla nätfrekvensen och några elkunder blir således helt utan el. Om det råder effektbrist inom ett fjärrvärmenät blir den avgivna värmen inte tillräcklig för att upprätthålla behaglig

temperatur hos fjärrvärmekunderna. Effektbrist innebär följaktligen inte avbrott i leveransen av fjärrvärme, utan att den inte är tillräcklig för att ge önskad inomhustemperatur. För att effektbrist inte ska vara något problem kan det tidigare diskuterade N-1kriteriet granskas (se avsnitt 3.2.3), vilket är ett intuitivt och enkelt sätt att beskriva ett systems robusthet. Oavsett tidpunkt ska ett system klara av bortfall av den viktigaste komponenten för att klara detta kriterium. I de intervjuade fjärrvärmeanläggningarnas fall klarar nästan samtliga nät att leverera maximal effekt efter att deras största panna är satt ur funktion. Många nät klarar dessutom av att vara utan flera enheter (som exempel kan nämnas att Tierps fjärrvärmenät klarar av bortfall av de tre största pannorna). Haverier för förbränningspannor är ovanliga, men det förekommer. Återigen kan det nämnas att det är endast en mindre del av årets timmar som full effekt behöver uppbringas samt att producerad värme inte är detsamma som levererad värme ut till kund.

En eventuell nedläggning av en spillvärmeleverantör kan starkt påverka ett fjärrvärmenät beroende på hur stor andel som består av spillvärme. Dock kan det förväntas att ett eventuellt nedläggningsbesked inte kommer med kort varsel varför det kan förväntas att det finns tid till omställningar. Byggande av ett nytt kraftvärmeverk är något som tar tid, det kan ta flera år, varför omställningstiden ändå kanske inte är tillräcklig. Då kan möjligen en effektbrist uppstå, vilket får lösas då situationen håller på att uppstå. Dock bör varje näts ansvarig vara medveten om denna risk och ha en färdig upparbetad reservplan om värsta tänkbara skulle ske.

Enligt egen uppgift arbetar de inom fjärrvärmesektorn med ”både livrem och hängslen”. Många av de oljepannor som inte längre är i ordinarie värmeproduktion står kvar för att utgöra reservkraft istället för att skrotas för en engångskostnad. Det senare alternativet bidrar med en rörlig kostnad i form av underhåll (om det är tänkt att oljepannorna ska kunna användas), men stärker den totala energisäkerheten hos fjärrvärmenätet. Ett flertal av de intervjuade hade svårt att besvara hur länge deras reservlager räckte i tid mätt, trots att det borde vara ungefärligt deras ansvarsområde. Det faktum att inte samtliga av de intervjuade hade fullständig vetskap om detta är intressant då det kan anses vara ytterst väsentligt att veta hur länge reservbränslen räcker om det blir störningar i de ordinarie bränsleleveranserna. Det mest troliga är att detta låg utanför den intervjuades ansvarsområde, men det kan också vara så att reservlagret används under så korta perioder och med låg frekvens att det aldrig är aktuellt att reservlagret riskerar att bli tomt. Det finns många andra möjliga förklaringar och kan ha berott på tillfälligheter. En fjärrvärmeproducent som exempelvis äger egna terminaler, egen skog eller egna lastbilar höjer sin försörjningstrygghet, men det behöver inte vara nödvändigt för att det ska vara god energisäkerhet. Av ekonomiska skäl kan det också vara fördelaktigt att vara mer specialiserade och att inte ha en direkt medverkan i alla delar av fjärrvärmekedjan. Nära samarbete med anlitade företag är dock något som är bra och ibland direkt nödvändigt för att verksamheten ska fungera optimalt. Flera av de intervjuade nämner att de har leveransplaner som de gjort upp tillsammans med sina bränsleleverantörer och dessa leveransplaner följs upp kontinuerligt och förändras efter behov.

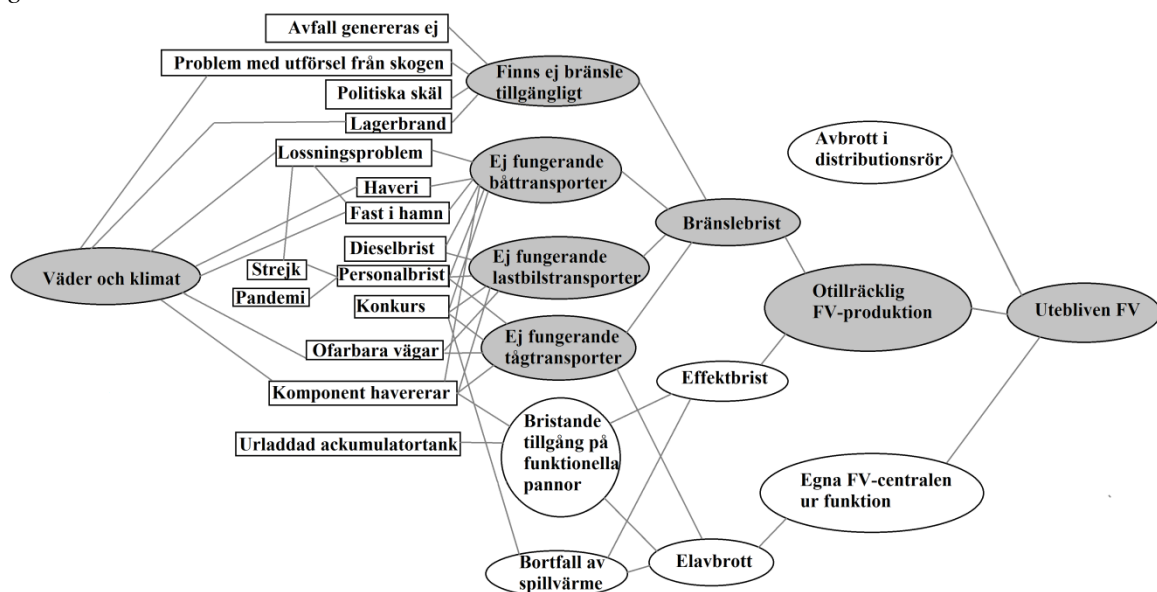
Det som framkommit i detta arbete är att för att fjärrvärmen ska nå ut till sina kunder krävs det framför allt fungerande lastbilstransporter. Fjärrvärme är dock inte den enda samhällsfunktionen som är beroende av lastbilstransporter. I ett teoretiskt exempel har Sveriges Åkeriföretag gjort en undersökning om vad som händer om alla tunga lastbilar skulle stå stilla en vecka. Redan första dagen tar färskvaror slut i livsmedelsbutiker, vissa industrier tvingas stänga, sjukvården tvingas dra ner på sin verksamhet, överfyllda soprum gör att sopor hamnar på gatan etc. Antalet konsekvenser och deras inverkan ökar med tiden som lastbilstrafiken står stilla (Sveriges Åkeriföretag, 2011). Detta är bara ett exempel och vilka följeffekter som detta ger nämns inte. Beroendet av lastbilar är inget som idag är möjligt, eller ens önskvärt, att arbeta bort på kort sikt. Viktigt dock att vara medveten om att fjärrvärme är beroende av fungerande lastbilstransporter, där nästan samtliga lastbilar idag drivs av fossila bränslen.

Vägnätet i Sverige är väl utbyggt och därmed förgrenat och i de fall som har undersökts finns det flera vägar in till anläggningen så även om en väg slås ut är det inte alltid detta leder till några långvariga avbrott av bränsleleveranser. Om extrema händelser sker såsom en översvämning är det dock tänkbart att flera vägar blir lika drabbade. Ingen djupare undersökning av de mindre vägarna har gjorts, ingen

av de intervjuade nämnde dock att avstängda vägar tidigare utgjort något problem. Den väg för en fjärrvärmeanläggning som kan anses som mest betydelsefull är vägen in till själva anläggningen då denna inte alltid kan ersättas av andra vägar. Tecken på att denna vägs farbarhet försämras bör personalen på plats (om sådan finns) upptäcka. Det finns möjlighet att någon närliggande viadukt eller annan lågt liggande väg ligger inom riskområdet för översvämning som kan äventyra farbarheten. Dock ska konsekvenser av exempelvis översvämningar ha utretts av respektive kommun. Uppkomna översvämningar borde rimligen kunna avhjälpas innan bränslebrist uppstår, detta har dock inte undersökts.

Möjligheten till att kunna ta emot bränsle via båt är fördelaktigt för en fjärrvärmeanläggning. En av fördelarna med båt är att större volymer kan transporteras så att bränsle kan tas emot från mera avlägsnare platser, eftersom transportkostnaden per levererad MWh minskar. Detta innebär att antalet möjliga leverantörer ökar, främst utländska men även inhemska. Nackdelen med båtar är att de är långsamma och inte särskilt flexibla vilket gör att det krävs god planering. Stora volymer kan dock också ses som en möjlig sårbarhet då en utebliven förväntad båt kräver att stora volymer bränsle måste ersättas.

Det finns flera olika typer av risker och riskkällor som kan påverka fjärrvärmerna. Sannolikheten för att något ska hända som kommer hindra bränsleleveranser till fjärrvärmeanläggningar bedöms som liten. Det är svårt att kvantifiera sannolikheterna varför ingen riskmatris har gjorts. För att försöka belysa de problem som kan förekomma har ett händelsetråd utarbetats som har tagit upp en del möjliga förlopp, se *Figur 17*.



**Figur 17:** Händelsetråd över möjliga händelser och orsaker där den huvudsakliga händelseriktningen är från vänster till höger. Händelsetrådet är inte helt komplett utan fler orsaker till utebliven fjärrvärme (FV) kan finnas, de ifyllda gråfärgade rutorna utgör det som fokus har legat på i detta arbete. Inga sannolikheter redovisas eftersom det inte finns någon tillförlitlig information för respektive händelse

I händelsetrådet kan utläsas att helt eller delvis utebliven fjärrvärme, som beror på otillräcklig fjärrvärmeproduktion, kan orsakas av många mer eller mindre sannolika scenarier. En pandemi som orsakar att lastbilstransporter inte fungerar, det är inget som har hög sannolikhet och är något som kan vara svårt att skydda sig mot även om viljan att göra det skulle finnas. Likaså är det svårt att hantera att politik kan förhindra import av olja, exempelvis om Ryssland lägger ett embargo mot Sverige. Det som kan utläsas av händelsetrådet i *Figur 17* är att fungerande transporter ofta är av yttersta vikt för ett fungerande fjärrvärmesystem

Mälaren med den avtappningskapacitet som finns idag riskerar att översvämmas och av intervjuerna att döma har de inte fullständig kunskap om hur en kraftig översvämning skulle påverka dem. Det ska

nämnas att 2001-2002 hade Mälaren ovanligt högt vattenstånd (nästan motsvarande ett 100-årsflöde) vilket inte är alltför långt tillbaka i tiden. Om detta vattenstånd orsakade problem borde det finnas kvar i minnet hos de anställda och de eventuella problemen har förhoppningsvis blivit åtgärdade. Respektive länsstyrelse har gjort översvämningskartor där det tydliggörs var det föreligger risk vid översvämning.

Vidare forskning för fjärrvärmens energisäkerhet kan utgöras av att undersöka leveranssäkerheten av fjärrvärmedistributionen. Hur ekonomiska aspekter påverkar och hur allmänhetens syn på fjärrvärme ser ut är viktiga faktorer som påverkar antalet fjärrvärmekunder för ett fjärrvärmenät. Hur global handel av bioenergi kommer se ut i framtiden med tillgång och efterfrågan är också av intresse för fjärrvärmesektorn i Sverige. Vidare finns det många frågor kring lagring av hushållsavfall som har blivit ett allt viktigare inslag inom fjärrvärmen, lagring av andra bränslen kan också undersökas vidare. Av de områden som nämnts som lämplig för vidare studier har mycket forskning redan gjorts.

## 7 Slutsats

Flertalet möjliga händelser, som potentiellt kan äventyra värmeleveranserna ut till kund, identifierades. Det har emellertid sällan förekommit oplanerade, uteblivna fjärrvärmeleveranser på grund av bristande effektkapacitet eller brist på bränsle inom Mälardalsområdet. Verksamma inom fjärrvärmesektorn är vana vid att olika störningar uppstår. De har ofta flera möjligheter att använda sig av att lösa uppkomna problem med bränsleleveranser och lagerhantering. Utan större omgivningsförändringar är det troligt att situationen ser likartad ut i framtiden och en styrka hos näten är deras flexibilitet beträffande möjliga bränslen och produktionsanläggningar.

Fjärrvärmeföretag i Mälardalen är starkt beroende av fungerande lastbilstransporter. De upplever inte att den fysiska tillgången till bränsle utgör något problem nu eller i framtiden. Undantaget några av de mindre fjärrvärmenäten som förbränner hushållsavfall, där de till viss del är oroliga för den ökande konkurrensen av hushållsavfall. En del större nät använder sig av importerat bränsle fraktat via båt, som på kort sikt kan vara svårersättligt, även om inhemsk råvara finns. Sannolikheten för att värmeproduktionen hos fjärrvärmenät ska utebli på grund av uteblivna bränsleleveranser är med dagens förutsättningar låg. Poängteras bör att en eventuell framtida ökad konkurrens om biomassan, genom både nya användningsområden och fler och större förbrukare, kan förändra situationen.

Med förväntade klimatförändringar kommer andra förutsättningar att råda i Sverige, vad det innebär för de enskilda fjärrvärmeföretagen är inget som de själva har undersökt. Enligt den klimatforskning som presenterats i nuläget kommer förväntade klimatförändringar inte att leda till dramatiskt ändrade förutsättningar för fjärrvärmesektorn. Ett minskat värmebehov är dock troligt genom ett förväntat varmare klimat och eventuella framtida byggnadseffektiviseringar.

## 8 Referenser

- ADOLFSSON, M. 2014. Brandskadat trä används – trots allt. *Vestmanlands Läns Tidning*.
- ALVARSSON, L. 2014. Brand i flishög vid Econova. *Barometern Oskarshamns-Tidningen*.
- AVFALL SVERIGE 2009. Klimatpåverkan från import av brännbart avfall RAPPORT U2009:06.
- BERGSTROM, S., HELLSTROM, S.-S. & ANDREASSON, J. 2006. *Nivåer och flöden i Vänders och Mälarens vattensystem: hydrologiskt underlag till Klimat-och sårbarhetsutredningen*, SMHI.
- BISAILLON, M. H., DAVID; SAHLIN, JENNY; 2013. Import av avfall till energiutvinning i Sverige -- Delprojekt 1 inom projektet Perspektiv på framtida avfallsbehandling.
- CARLSON, J. 2013. Ombyggnaden av slussen får kritik. *Länstidningen Södertälje*.
- CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY. 2014. *The world factbook: Natural gas - proved reserves compares the stock of proved reserves of natural gas in cubic meters (cu m)*. [Online]. Available: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/rankorder/2253rank.html>.
- CHERUBINI, F., PETERS, G. P., BERNTSEN, T., STRØMMAN, A. H. & HERTWICH, E. 2011. CO2 emissions from biomass combustion for bioenergy: atmospheric decay and contribution to global warming. *GCB Bioenergy*, 3, 413-426.
- CISZUK, S. P., MICHAEL 2014. EU:s och Sveriges energiberoende samt konsekvenser av Rysslandskrisen
- CONNOLLY, D., LUND, H., MATHIESEN, B. V., WERNER, S., MÖLLER, B., PERSSON, U., BOERMANS, T., TRIER, D., ØSTERGAARD, P. A. & NIELSEN, S. 2014. Heat Roadmap Europe: Combining district heating with heat savings to decarbonise the EU energy system. *Energy Policy*, 65, 475-489.
- DALA-DEMOKRATEN. 2013. Flisbrand utbröt i Orsa. *Dala-Demokraten*.
- DANSK GASTEKNISK CENTER. 2014. *Naturgas nu og i fremtiden* [Online]. Available: [http://www.naturgasfakta.dk/copy\\_of\\_miljoekrav-til-energianlaeg/naturgas-i-danmark#nuogfrem](http://www.naturgasfakta.dk/copy_of_miljoekrav-til-energianlaeg/naturgas-i-danmark#nuogfrem).
- DANSKE BANK 2014. Brandkatastrofens effekter på marknaden. *Skog och ekonomi - nyheter från Danske bank*.
- ELFORSK 2013. Fasta biobränslen - system och kriterier för hållbar biomassa.
- ENERGIGAS SVERIGE 2014. Frågeställningar och konsekvenser av en ändrad gaskvalitet på den svenska marknaden.
- ENERGIMARKNADSBYRÅN. 2014. *Avbrottsersättning* [Online]. Available: <http://www.energimarknadsbyran.se/El/Konsumentratt1/Klagoguide/Avbrottsersattning/>.
- ENERGIMARKNADSINSPEKTIONEN. 2014. *Avbrottsstatistik* [Online]. Available: <http://www.energimarknadsinspektionen.se/sv/el/Elavbrott/Avbrottsstatistik/>.
- ENERGIMYNDIGHETEN 2007. Hur snabbt blir huset kallt vid el- eller värmeavbrott? – Olika behov av åtgärder och konkreta råd.
- ENERGIMYNDIGHETEN 2009. Extrema väderhändelser och klimatförändringens effekter på energisystemet.
- ENERGIMYNDIGHETEN 2013a. Ansvar och roller för en trygg energiförsörjning.
- ENERGIMYNDIGHETEN. 2013b. *Torvens roll i elcertifikatsystemet* [Online]. Available: <http://www.energimyndigheten.se/Global/F%C3%B6retag/Elcertifikat/Torvens%20roll%20samr%C3%A5dsmaterial.pdf>.
- ENERGIMYNDIGHETEN 2014a. Energiindikatorer 2014.
- ENERGIMYNDIGHETEN. 2014b. *Pellets pannor* [Online]. Available: <http://www.energimyndigheten.se/Hushall/Testerresultat/Testresultat/Pellets pannor/?tab=2>.
- ERICSSON, K. & NILSSON, L. J. 2004. International biofuel trade—a study of the Swedish import. *Biomass and Bioenergy*, 26, 205-220.
- ERIKSSON, H. 2007. *Svenskt skogsbruk möter klimatförändringar*, Skogsstyrelsen.
- EUROPEISKA KOMMISSIONEN, G. F. M. 2000. Hantering av avfall i EU.
- FIELD, C., BARROS, V., DOKKEN, D., MACH, K., MASTRANDREA, M., BILIR, T., CHATTERJEE, M., EBI, K., ESTRADA, Y. & GENOVA, R. 2014. IPCC, 2014: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects.

- Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK/New York, NY: Cambridge University Press.
- FREDRIKSEN, S. & WERNER, S. 2013. *District heating and cooling*, Studentlitteratur.
- GODE, J. 2007. Tänkbara konsekvenser för energisektorn av klimatförändringar: effekter, sårbarhet, anpassning.
- GRUNDENBERG, L. L., MARIA 2014. Brinnande flishög svårsläckt.
- GRÖNDAHL, B. 2014. Brand i pelletsfabrik.
- GUSTAVSSON, K. F. A., MINO, HEBEL, G. & VON SYDOW, K. 2014. Regional handlingsplan för klimatanpassning i Uppsala län. In: LÄNSSTYRELSEN, U. (ed.).
- GÖRANSSON, A. 2013. Efter Slussendomen: Välkommen till åtta års byggkaos. Available: <http://www.metro.se/stockholm/efter-slussendomen-valkommen-till-atta-ars-byggkaos/EVHmiA.HlqBSggryUpYY/>.
- GÖTHE, S. 2009. Välgval för de svenska elkraftnäten för säkra elleveranser också efter 2020.
- HANSSON, A. H., MATTIAS. 2014. Flisbrand stör boende i Nykvarn.
- HOUGHTON, R. 1999. The annual net flux of carbon to the atmosphere from changes in land use 1850–1990\*. *Tellus B*, 51, 298–313.
- IPCC 2007. Climate change 2007: The physical science basis. *Agenda*, 6, 333.
- JOHANSSON, B., JONSSON, D. K. & ÖSTENSSON, M. 2010. Energisäkerhet och energirelaterade beroenden på kort och lång sikt. FOI.
- JOHANSSON, H. 2014. Solkurvor försenar tågen. *Norrköpings tidningar*.
- JONSSON, M. 2010. Beräkningar av självantändning i lager av träpellets. *combustion*, 23, 47–54.
- JORDBRUKSVERKET 2010. Klimatförändringars effekt på den biologiska mångfalden i odlingslandskapets gräsmarker.
- JORDBRUKSVERKET. 2014. *Basfakta om svenskt jordbruk* [Online]. Available: <http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/konsument/faktaochrapporter/basfaktaomsvensktjordbruk.4.5125de613acf69a0f680001878.html>.
- KÄRVEMO, S. S., LEIF MARTIN 2010. A comparison of outbreak dynamics of the spruce bark beetle in Sweden and the mountain pine beetle in Canada (Curculionidae: Scolytinae).
- LANTMÄTERIET. 2014. *Landhöjning* [Online]. Available: <http://www.lantmateriet.se/Kartor-och-geografisk-information/GPS-och-geodetisk-matning/Referenssystem/Landhojning/> [Accessed 2014-11-11].
- LAUENBURG, P., JOHANSSON, P.-O. & FÖR ENERGIHUSHÅLLNING, A. 2008. Fjärrvärme vid elavbrott. Institutionen för Energivetenskaper, Lunds tekniska högskola.
- LEANDERSSON, A. & LILLIENBERG, D. 2011. Nationell beredskap mot skogsbränder vid eventuellt förändrat klimat.
- LJUNGGREN, P., JOHANSSON, P.-O. & FÖR ENERGIHUSHÅLLNING, A. 2006. Fjärrvärmelast vid elavbrott. Energivetenskaper, Lunds Universitet.
- LUNDQVIST, L. J. & BIEL, A. 2013. Coping With Climate Change: Sweden's Climate Strategy. *From Kyoto to the Town Hall: Making International and National Climate Policy Work at the Local Level*, 13.
- LÄNSSTYRELSEN, V. 2013. *Översvämningsdirektivet* [Online]. Available: <http://www.lansstyrelsen.se/vastmanland/Sv/manniska-och-samhalle/krisberedskap/oversvamningsdirektivet/Pages/default.aspx>.
- LÄNSSTYRELSEN, Ö. 2014. Risk- och sårbarhetsanalys 2014.
- MOBJÖRK, M. 2011. Svensk krisberedskap och klimatförändringarnas indirekta effekter.
- MSB 2012. Konsekvenser av en översvämnning i Mälaren.
- MSB 2013. Risker och förmågor 2012 – Redovisning av regeringsuppdrag om nationell riskbedömning respektive bedömning av krisberedskapsförmåga
- NEPSTAD, D. C., VERSSIMO, A., ALENCAR, A., NOBRE, C., LIMA, E., LEFEBVRE, P., SCHLESINGER, P., POTTER, C., MOUTINHO, P. & MENDOZA, E. 1999. Large-scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire. *Nature*, 398, 505–508.
- NILSSON, J. 2003. Introduktion till riskanalysmetoder. *LUTVDG/TVBB--3124--SE*.
- NOLL, M. & JIRJIS, R. 2012. Microbial communities in large-scale wood piles and their effects on wood quality and the environment. *Applied microbiology and biotechnology*, 95, 551–563.
- NYGÅRD, F. 2014. Solkurvor i spår av värmen. *Dagens nyheter*.



- OLSSON, O., HILLRING, B. & VINTERBÄCK, J. 2012. Estonian-Swedish wood fuel trade and market integration: a co-integration approach. *International Journal of Energy Sector Management*, 6, 75-90.
- OLSSON, O. & JOHNSON, F. X. 2014. Bioenergy Trade in a Changing Climate.
- PROFU 2013. Tio perspektiv på framtida avfallsbehandling.
- REGERINGEN 2013. SFS 2013:859.
- REZAIE, B. & ROSEN, M. A. 2012. District heating and cooling: Review of technology and potential enhancements. *Applied Energy*, 93, 2-10.
- ROOS, J., HOPKINS, R., KVARNHEDEN, A. & DIXELIUS, C. 2011. The impact of global warming on plant diseases and insect vectors in Sweden. *European journal of plant pathology*, 129, 9-19.
- RUMMUKAINEN, M. 2013. *15 nedslag i klimatforskningen*, Centrum för miljö- och klimatforskning, Lunds universitet.
- SAOB 1958. *Svenska Akademiens ordbok*.
- SCB 2013. Trädbränsle och torvpriser.
- SCB 2014. Statistisk årsbok för Sverige 2014. Stockholm: Statistiska Centralbyrån.
- SJÖFARTSVERKET 2013. Mälarprojektet – Underlag för samråd.
- SJÖFARTSVERKET 2014. Ansökan om tillstånd enligt miljöbalken. Nacka tingsrätt, Mark- och miljödomstolen.
- SKOGFORSK 2012. Arbetsrapport - Bränsleförbrukningen hos skogsmaskiner 2012.
- SKOGSSTYRELSEN 2014. Skogsstatistisk årsbok 2014.
- SOCIALSTYRELSEN 2009. Folkhälsorapport 2009.
- STOCKHOLMS LÄNSSTYRELSE 2004. Säkerheten i Stockholms läns fjärrvärmenät.
- STORBJÖRK, S. 2006. Klimatanpassning i Sverige: drivkrafter och utmaningar för riskhantering och fysisk planering.
- STRÖMBERG, B. & SVÄRD, S. H. 2012. Bränslehandboken 2012. *VÄRMEFORSK Serviceaktiebolag, Stockholm*.
- SUNDBERG, M. 2014. ”Dåligt underhåll bakom solkurvor”. *Dagens nyheter*.
- SUNDSTRÖM, A. 2013. Detaljplanen för Slussen godtagen. Available: <http://www.dn.se/sthlm/detaljplanen-for-slussen-godtagen/>.
- SUNDSTRÖM, A. 2014. Nya slussen stoppas helt. *Dagens nyheter*.
- SUNDSVALLS TIDNING. 2013. Flisbrand i Timrå.
- SVENSK FJÄRRVÄRME 2013. Värmerapporten 2013.
- SVENSK FJÄRRVÄRME 2014. Tillförd energi till fjärrvärme och kraftvärme - Bränslefil-fjärrvärme-2012.xlsx.
- SVENSKA KRAFTNÄT 2009. Mål för driftsäkerhet.
- SVERIGES RIKSDAG. 2014. *Fjärrvärmelag (2008:263)* [Online]. Available: [http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/Fjarrvarmelag-2008263\\_sfs-2008-263/](http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/Fjarrvarmelag-2008263_sfs-2008-263/).
- SVERIGES ÅKERIFÖRETAG 2011. En vecka utan lastbilar - en undersökning på sex orter i Sverige.
- SÖDERTÄLJE KOMMUN. 2014a. *Slussholmen* [Online]. Available: [http://www.sodertalje.se/Stad-miljo--boende/centrum/pagaende\\_projekt/Slussholmen1/](http://www.sodertalje.se/Stad-miljo--boende/centrum/pagaende_projekt/Slussholmen1/).
- SÖDERTÄLJE KOMMUN 2014b. Yttrande över ansökan om Mälarprojektet.
- TRAFIKVERKET. 2014a. *Frågor och svar om solkurvor* [Online]. Available: <http://www.trafikverket.se/Foretag/Bygga-och-underhalla/Jarnvag/Arstidsrelaterat-underhall/Solkurvor/Fragor-och-svar-om-solkurvor/>.
- TRAFIKVERKET 2014b. Totalstopp Baslista Alla län 20131101-10141101.
- TT. 2014. Lager med 3 000 ton pellets brann.
- WAHLBERG, M., JONSSON, O. & LINDBERG, A. 2013. Övergripande utmaningar för området samhällsskydd och beredskap.
- WENGBERG, F. 2013. Flisbrand på SCA.
- WESTLING, C. 2014. ...och hela Slussen kan spolas. Available: <http://m.nvp.se/Arkiv/Artiklar/2014/04/och-hela-Slussen-kan-spolas/>.
- WINZER, C. 2012. Conceptualizing energy security. *Energy Policy*, 46, 36-48.



## 9 Bilagor

### 9.1 Uppdelning av kategorier tillförd energi enligt *Svensk fjärrvärme*

I detta arbete åsyftas med biobränsle kategorierna bioolja, primära skogsprodukter, förädlade fasta biobränslen, RT-flis samt Övrig oförädlad bioenergi. RT-flis kan dock innehålla andra produkter än träbaserade material. Schablonmässigt går det att påstå att hushållsavfall till 50 % består av förnybar energi. Rök-gaskondensering används ofta för biobränslen.

Nedan kommer en beskrivning vad indelningen i *Figur 3* motsvarar i Svensk fjärrvärmes sammanställning: "Olja" består av eldningsolja klass 1, 2 och 3; "Kol" består av stenkol; "Naturgas + övrigt fossilt" består av naturgas och övrigt fossilt som inte är kol, olja eller naturgas; "Avfall + avfallsgas" består av avfall och avfallsgas/restgas; "Bioolja" består av bioolja samt tallbecksolja; "Primära skogsprodukter" består av stamvedsflis, bark, GROT och spån; "Förädlade fasta biobränslen" består av träpellets, träbriketter, träpulver och övrigt förädlat biobränsle; "RT-flis" består av RT-flis; "Övrig oförädlad bioenergi" består av övrigt oförädlat biobränsle och åkergrödor; "Rök-gaskondensering" består av rök-gaskondensering; "Spillvärme" av spillvärme; "El och värmepump" består av Elpannor, elförbrukning, Värmepumpar, elförbrukning, Värmepumpar, värmeproduktion – elförbrukning; "Torv" består av torv. Övrigt fossilt är en försvinnande liten del i posten "Naturgas + övrigt fossilt" varför den posten kan ses som andelen naturgas. På samma sätt är andelen elpannor väldigt liten jämfört med andelen värmepumpar.

Viktigt att anmärka är att de siffror som Svensk fjärrvärme har presenterat baseras på inskickade uppgifter från de respektive fjärrvärmeföretagen. Hur detta görs kan skilja sig åt: Exempelvis går verksamhetsavfall ibland under kategorin avfall och ibland under RT-flis. Om spillvärme används för att driva värmepumpar så redovisas det vanligen som värmepump, men inte alltid, ibland redovisas det istället som spillvärme. Rök-gaskondensering används framför allt vid förbränning av fuktiga bränslen (som flis, torv och avfall) för att kunna ta till vara på mer energi ur de fuktiga rök-gaserna. Det är inte fråga om någon dubbelräkning för rök-gaskondensering då det är det lägre värmevärdet som redovisas för avfall och bioenergi. *Figur 3* ska tolkas med viss försiktighet, anledningen till att det redovisas på denna form är för att Svensk fjärrvärme har valt att göra på det sättet och diagrammet ger fortfarande mycket information.

### 9.2 Intervjufrågor till ansvariga för *bränsleförsörjningen hos olika fjärrvärmeanläggningar*

Vilken typ av bränsle använder ni?

Vilken är maxeffekten värme som kan erhållas? Vilken är maxlasten?

Hur mycket brukar de ordinarie pannorna köras och vilka är det? Årlig värmeproduktion?

Finns det möjlighet att använda en annan typ av bränsle än den ni huvudsakligen använder?

Vilken fraktionsstorlek önskar ni och vilka fraktionsstorlekar är möjliga att köra?

Hur många leverantörer har ni och hur stor andel har varje leverantör?

Vet ni varifrån de tar sitt bränsle? Hur mycket importerar ni och varför?

Hur transporteras bränslet in till fjärrvärmeanläggningen och hur mycket per dag per transportslag?

Hur långa kontrakt och hur stora kontrakt har ni?

Har ni någon terminal i närheten?

Hur stort lager har ni vid anläggningen och vad lagrar ni? Hur länge räcker det när det är som kallast?

Hur förvaras ert lager av de olika bränslena?

Har det någon gång varit problem med att leveranser inte kommit i tid/allt?

Har ni någon gång varit oroliga för hur ni ska få bränsle till ert verk?  
Om leverantören inte kan uppfylla sitt avtal. Vilka andra möjligheter för att få bränsle har ni då?  
Har ni möjlighet att använda er av någon reservanläggning och hur stor del av den i normalfallet producerade värmen kan den tillgodose?  
Om reservanläggningen drivs med hjälp av förbränning, hur länge räcker lagret? Hur transporteras bränslet till reservanläggningen?  
Hur ofta körs/testkörs eventuell reservanläggning?  
Hur stor andel av er producerade värme kan ni få ut vid ett strömavbrott?  
Hur påverkas ni av en översvämning av Mälaren?  
Har ni vidtagit några åtgärder för att möta förväntade klimatförändringar?  
Har ni funderat kring något som skulle kunna hota era inleveranser av bränsle, både väderrelaterade händelser och annat?  
Har ni gjort någon utredning om/funderat kring, hur framtida tillgång till bränsle kommer att se ut?



SLU  
Institutionen för energi och teknik  
Box 7032  
750 07 UPPSALA  
Tel. 018-67 10 00  
pdf.fil: [www.slu.se/energioghteknik](http://www.slu.se/energioghteknik)

SLU  
Department of Energy and Technology  
P. O. Box 7032  
SE-750 07 UPPSALA  
SWEDEN  
Phone +46 18 671000